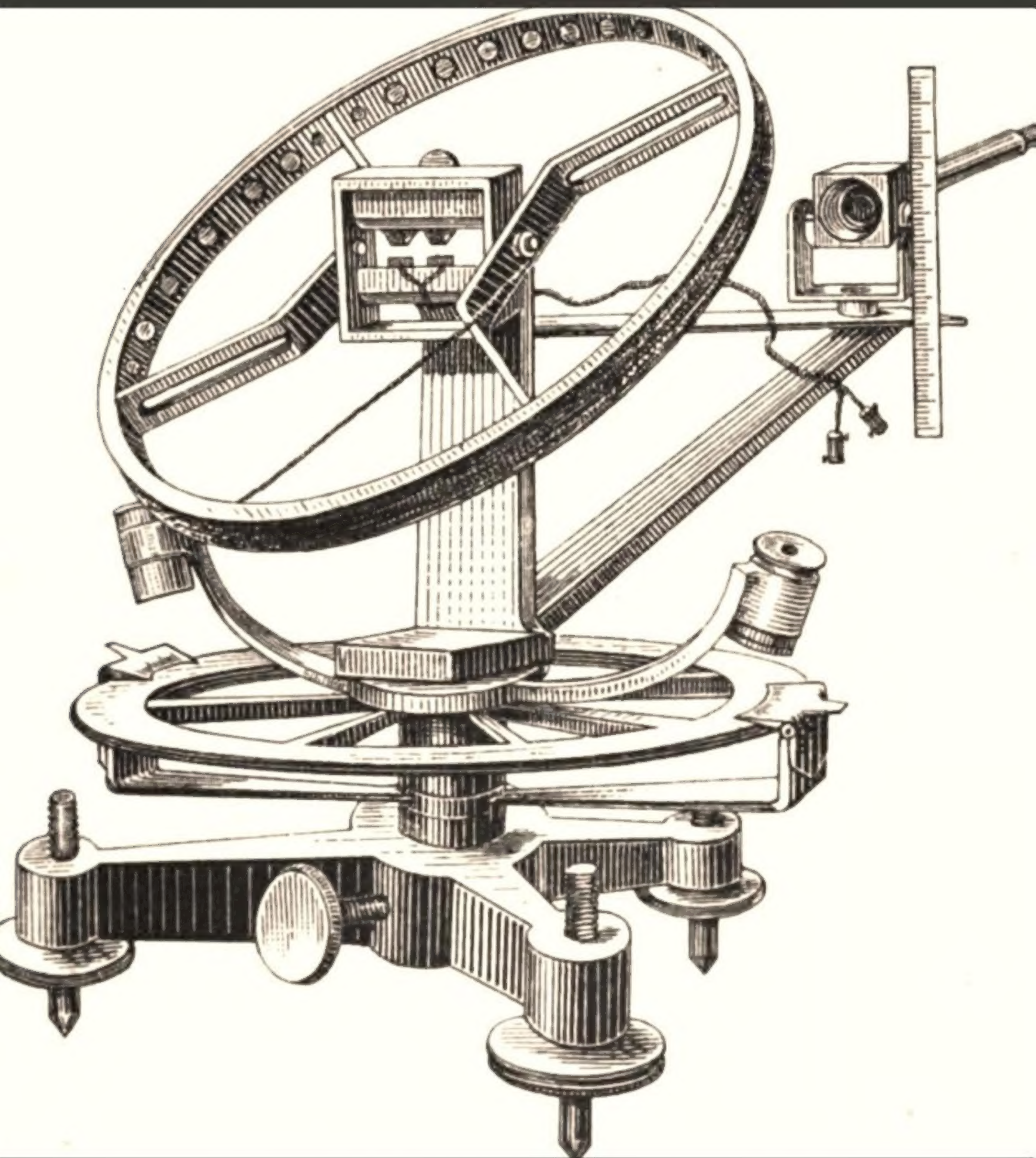


Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen ...

Königlich Bayerische Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-Physikalische Klasse


SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
MRS. ANNE E. P. SEVER,
OF BOSTON,
Widow of Col. James Warren Sever,
(Class of 1817,)
12 Nov. 1890 - 12 May, 1892.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XX. Jahrgang 1890.

München.
Verlag der K. Akademie.
1891.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht
des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XX
Jahrgang 1890.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 131. Stiftungstages am 28. März 1890.

Oeffentliche Sitzung zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königl. Hoheit des Prinzregenten am 15. November 1890.

Sitzung vom 4. Januar 1890.

Sitzung vom 1. Februar 1890.

Sitzung vom 1. März 1890.

Sitzung vom 3. Mai 1890.

Sitzung vom 7. Juni 1890.

Sitzung vom 5. Juli 1890.

Sitzung vom 8. November 1890.

Sitzung vom 6. Dezember 1890.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1890. Heft I u. II.

München.
Verlag der K. Akademie.
1890.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 4. Januar 1890.

Herr M. v. Pettenkofer spricht, unter Vorzeigung von Versuchen „über Wirkung der Gasbeleuchtung bei Chloroformnarkose."

Ueber Wirkung der Gasbeleuchtung bei Chloroformnarkose.

Von M. v. Pettenkofer.

(Eingelaufen 8. Februar.)

Von Chirurgen und Ophthalmologen wurde schon öfter geklagt, dass die Luft in Räumen, in welchen bei Gasbeleuchtung Operationen unter Anwendung von Chloroform gemacht werden, sehr zum Husten zwingt, die Augen reizt und sie zum Thränen bringt, so dass der Kranke, der Arzt und die Zuschauer dadurch sehr belästigt werden. In grösseren Operationsräumen tritt dieser Uebelstand weniger als in kleineren hervor, wie sie namentlich in neuerer Zeit öfter gebraucht werden, wenn es auf ein streng aseptisches Verfahren ankommt. Eversbusch, Professor der Augenheilkunde in Erlangen, theilt mit,[1]) dass in einem mit Gas

1) Münchener Mediz. Wochenschrift 1889. S. 212.

beleuchteten Operationszimmer, mit cementirten und mit Emailfarbe gestrichenen Wänden, in welchem bei geschlossenen Fenstern und Thüren aus einer sogenannten Chloroformmaske eine grössere Menge Chloroform verdampfte, schon nach wenigen Minuten der Aufenthalt ein unerträglicher gewesen sei, dass sich neben Brennen in den Augen ein starker Husten und Brechreiz eingestellt habe. Bei Operationen in dem 6—7 mal grösseren Hörsaale sei die Wirkung eine ähnliche, wenn auch viel schwächere gewesen.

Aus diesen Thatsachen hat man bereits den Schluss gezogen, dass alle Räume, in welchen Chloroform behufs der Narkose zur Anwendung kommt, mit elektrischer Beleuchtung (Glühlicht) zu versehen seien.

Da diess von praktischer Bedeutung ist, liess ich im hygienischen Institute einige Versuche anstellen, welche ein sehr bestimmtes Resultat ergeben haben, aus welchem hervorgeht, dass in solchen Räumen auch die Gasbeleuchtung gefahrlos und unschädlich gemacht werden kann.

Fragt man sich zunächst, wovon die Luftverderbniss herrührt, so kann man schon im Voraus und aus den Symptomen schliessen, dass sie nur von Zersetzungsprodukten des Chloroforms kommen kann. Das Chloroform besteht zu mehr als 93 Prozent aus Chlor. Die Formel desselben ist $CHCl'_3$, es kann in 1 Aequivalent Kohlenstoff (C.), 1 Aequivalent Salzsäure (HCl) und 2 Aequivalente Chlor (Cl_2) zerfallen, und scheint auch im Wesentlichen in der Hitze einer brennenden Flamme in dieser Weise zu zerfallen.

(Redner zeigt eine Vorrichtung, in welcher eine Kerzenflamme in einem Glascylinder brennt. Die Luft, welche zum Brennen der Flamme dient, strömt durch einen Schlauch unten ein. Die Kerzenflamme brennt ganz ruhig und hell, wie in freier Luft. Sobald man aber unten am Schlauche, oder auch nur in der Nähe desselben etwas Chloroform verdunsten lässt, fängt die Kerzenflamme stark zu

russen an. Die oben am Glascylinder entweichende heisse Luft röthet befeuchtetes blaues Lakmuspapier und bläut Schönbein'sches Ozonpapier sehr stark.

Lässt man wieder chloroformfreie Luft über die Flamme gehen, so hört das Russen sofort auf, und wird Lakmus- und Ozonpapier nicht mehr verändert).

Aus diesen Erscheinungen darf man schliessen, dass der Chloroformdampf in der Flamme sich zu Kohle, Salzsäure und Chlor zersetzt. Es ist aber noch die Frage, ob dabei nicht auch Chlorkohlenoxyd, Phosgengas, entsteht?

Ueber die quantitativen Verhältnisse, in welchen die genannten Stoffe in der Luft auftreten, sind Versuche im Gange, die später der math.-physik. Klasse mitgetheilt werden sollen.

Die Gasflamme wirkt ebenso wie eine Kerzenflamme. Wenn man die Luft in einem Raume, in welchem Gas gebrannt und Chloroform verdunstet wird, von den schädlichen und höchst lästigen Zersetzungsprodukten des letzteren frei halten will, dann müssen die Verbrennungsgase der Flamme in's Freie oder nach einem Kamine geführt werden, ohne dass sie in die Luft des geschlossenen Raumes übergehen können. In einem kleinen Zimmer des hygienischen Institutes ist ein mit Gas gespeister Argandbrenner so eingerichtet, dass auf dem Glascylinder desselben eine Blechröhre aufsteht, die bis zur Decke geht und von da in einen Kamin mündet. In diesem Zimmer darf man so lange man will und so viel man will Chloroform bei der Gasbeleuchtung verdampfen, die Luft reizt nie zum Husten, färbt blaues Lakmuspapier nie roth und Ozonpapier nie blau, was erst erfolgt, wenn man den Argandbrenner von der darüber stehenden Rohrleitung entfernt, und die Verbrennungsgase nicht mehr in den Kamin, sondern in die Zimmerluft entweichen.

Sitzung vom 1. Februar 1890.

1. Herr E. Lommel macht eine Mittheilung: „über Selbstschatten einer Flamme.“

2. Herr H. Seeliger legt eine Studie des Direktors der meteorologischen Centralstation, Herrn Dr. Lang: „die Bestrebungen Bayerns auf meteorologischem Gebiete im 18. Jahrhundert“ vor.

3. Herr A. Voss hält einen Vortrag: „über cogrediente Transformation der bilinearen Formen in sich selbst.“ Die Abhandlung wird in den Denkschriften erscheinen.

4. Herr C. M. v. Bauernfeind überreicht die 8. Mittheilung „über das bayerische Präcisions-Nivellement.“ Die Arbeit wird in die Denkschriften aufgenommen werden.

5. Herr K. v. Orff bringt eine Abhandlung des Herrn Dr. S. Finsterwalder, Privatdozenten der Mathematik an der technischen Hochschule dahier „über den mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche“ in Vorlage.

Selbstschatten einer Flamme.

Von E. Lommel.

(Eingelaufen 1. Februar.)

Stellt man der Schmalseite der Flamme eines Flachbrenners ein weisses Papierblatt gegenüber, so gewahrt man auf der erleuchteten Papierfläche einen schmalen dunkleren Schatten der Flamme, sowohl wenn man das Papier von der Vorderseite im diffus reflectirten als von der Hinterseite im durchscheinenden Lichte betrachtet. Besonders deutlich zeigen sich die Schatten der beiden Schmalseiten auf der Aussenfläche der Milchglaskugeln, mit welchen man solche Flammen häufig umgibt, und lassen, ohne dass man die Flamme selbst sieht, deren Orientirung innerhalb der Kugel sofort erkennen.

Diese Schatten erscheinen auf den ersten Blick befremdend, da man ja weiss, dass die Flamme auf ihrer Schmalseite eine grössere Leuchtkraft besitzt, d. h. durch die Flächeneinheit mehr Licht ausstrahlt, als auf ihrer Breitseite, und zudem mit ihrer schmalen Fläche der Milchglaskugel näher steht als mit der breiten. Besitzt das Milchglas einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit, so sieht man infolge ihrer grösseren Leuchtkraft die schmale Seite der Flamme mit röthlichem Lichte inmitten des Schattens durchscheinen, während von der Breitseite her die Flamme unsichtbar bleibt.

Die hiemit gemachte Wahrnehmung, dass die flache Flamme mit ihrer stärker leuchtenden aber an Flächeninhalt kleineren Schmalseite auf einer dargebotenen Fläche eine geringere Erleuchtung hervorbringt als mit ihrer schwächer leuchtenden aber grösseren Breitseite, erklärt sich leicht aus den Principien der Photometrie, wie ich dieselben bei einer früheren Gelegenheit dargelegt habe[1]).

Bezeichnet nämlich C eine Constante, K das Absorptionsvermögen eines leuchtenden Gases oder überhaupt eines durchsichtigen selbstleuchtenden Körpers, und R die Dicke der von parallelen Ebenen begrenzten strahlenden Schicht, so ist

$$L = d\,\varphi \cdot C \cdot \cos\varepsilon \left(1 - e^{-K\frac{R}{\cos\varepsilon}}\right)$$

die von dem Elemente $d\,\varphi$ der Oberfläche unter dem Emanationswinkel ε ausstrahlende Lichtmenge.

Was hier „Absorption" genannt wird, umfasst nicht blos die eigentliche Absorption des durchsichtigen Körpers (Gases), sondern auch die Schwächung, welche das Licht durch die Gegenwart fester Körpertheilchen (in der Flamme schwebender Russtheilchen) erfährt, welche nach demselben Gesetze stattfindet wie die eigentliche Absorption. Bezeichnet in diesem Sinne k das Absorptionsvermögen der festen Substanz, k' dasjenige des Gases selbst, und füllt jene den Bruchtheil α, diese also den Bruchtheil $1 - \alpha$ der Volumeneinheit aus, so ist

$$K = \alpha\,k + (1 - \alpha)\,k',$$

wofür wir aber der Kürze wegen die Bezeichnung K beibehalten.

Der obige Ausdruck für L zeigt zunächst, dass die von einem Oberflächenelement ($d\,\varphi$) ausstrahlende Lichtmenge wächst mit der Dicke der leuchtenden Schicht, und daher für die Schmalseite der Flamme grösser sein muss als für die breite Seite.

1) Lommel, Wied. Ann. 10. p. 455. 1880.

Wir nehmen nun an, die Flamme habe die Gestalt eines Parallelepipeds von der Höhe a, Breite b und Dicke c, wo c kleiner als b ist, und berechnen die Lichtmengen, welche die breitere Seitenfläche $a\,b$ und die schmale Seitenfläche $a\,c$ einem Flächenelement $d\,f$ senkrecht zustrahlen, das von der Flamme so weit entfernt sei, dass die vorkommenden Emanationswinkel hinreichend klein sind, um 1 statt $\cos \varepsilon$ setzen zu können. Diese Lichtmengen sind, da im ersten Falle c, im zweiten b die Tiefe der strahlenden Schicht ist, beziehungsweise

$$d\,f \cdot C \cdot a\,b\left(1 - e^{-Kc}\right) \text{ und } d\,f \cdot C \cdot a\,c\left(1 - e^{-Kb}\right).$$

Die Erleuchtungen von der Breitseite und von der Schmalseite aus verhalten sich daher zu einander

$$\text{wie } \frac{1 - e^{-Kc}}{Kc} \text{ zu } \frac{1 - e^{-Kb}}{Kb}.$$

Da nun die Function

$$\frac{1 - e^{-x}}{x}$$

mit wachsendem x fortwährend abnimmt, so erkennt man, da $b > c$ ist, dass die von der schmalen Seite der Flamme dem Flächentheilchen $d\,f$ gespendete Erleuchtung geringer ist als die von der breiten Seite, und folglich nach der ersteren Richtung eine Beschattung sich zeigen muss, wie sie in den mitgetheilten Beobachtungen in der That wahrgenommen wird.

Nimmt man, wie gewöhnlich geschieht, das Absorptionsvermögen K der Flamme so klein an, dass die zweite und die höheren Potenzen von $KR/\cos \varepsilon$ in der Entwickelung von

$$1 - e^{K\frac{R}{\cos\varepsilon}}$$

vernachlässigt werden können, so ergibt sich die von einem Element $d\varphi$ der Oberfläche der Flamme ausstrahlende Lichtmenge

$$L = d\varphi \cdot CKR$$

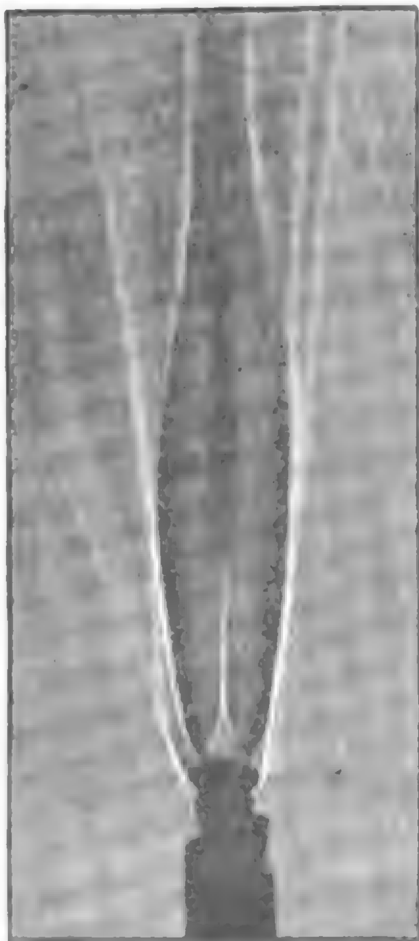
unabhängig vom Emanationswinkel und der Dicke der Schicht proportional. Unter dieser Voraussetzung wird das obige Verhältniss 1 : 1, d. h. die von der breiten und der schmalen Seite der Flamme hervorgebrachten Erleuchtungen müssten einander gleich sein, indem bei letzterer der geringere Flächeninhalt durch die höhere Leuchtkraft gerade ausgeglichen würde. Das Vorhandensein des Schattens, oder die geringere Erleuchtung von der Schmalseite her beweist, dass für wirkliche Flammen jene Annäherung nicht genügt, sondern der vollständige Ausdruck für L beibehalten oder doch die Reihenentwickelung mindestens bis zur zweiten Potenz des Absorptionsvermögens geführt werden muss. Auch ergibt sich aus den gemachten Wahrnehmungen, dass es bei photometrischer Bestimmung des Beleuchtungswerthes durchaus nicht gleichgiltig ist, ob man die Breitseite oder die Schmalseite der Flamme wirken lässt.

Es sind offenbar die in der Flamme schwebenden glühenden Russtheilchen, welche das eigene Licht der Flamme am Durchgange hindern, und nach der Schmalseite hin, in welcher Richtung die Strahlen eine dickere Schicht derselben zu durchlaufen haben, eine stärkere Verminderung der Beleuchtung, einen Schatten, bewirken. Die Bezeichnung „Selbstschatten einer Flamme“ erscheint hiedurch gerechtfertigt. Es versteht sich von selbst, dass auch das Licht einer zweiten Flamme oder irgend einer fremden Lichtquelle dieselbe Einwirkung erleidet, und von der Schmalseite her auf die Flamme treffend einen dunkleren Schatten derselben entwirft als von der Breitseite her.

Der Selbstschatten der Flamme erscheint natürlich verschwommen und ohne deutliche Umrisse, da er von einer

ausgedehnten Lichtquelle mit unzählig vielen leuchtenden Punkten herrührt.

Ein scharfes Schattenbild der Flamme erhält man auf einem weissen Schirm, wenn man dieselbe mit Sonnenlicht beleuchtet, das von dem Brennpunkt einer Linse ausstrahlt. Ist die Schmalseite der flachen Flamme dem Lichtpunkt zugekehrt, so zeigt das Schattenbild das in der beigegebenen Figur (Abdruck einer photographischen Aufnahme des auf einem Schirm entworfenen Flammenschattens) dargestellte bemerkenswerthe Aussehen. Das aus dem Schnitt des Brenners kommende kalte noch nicht brennende und von Russtheilchen freie Gas ist durchsichtig und erscheint daher im Bilde hell, inmitten eines dunkleren Raumes, der sich über dem Brenner bis zur Spitze des Flammenbildes erstreckt. Dieser Raum wird nach beiden Seiten hin allmälig dunkler, und ist aussen durch einen hellen Saum, der beträchtlich heller ist als der direct beleuchtete Grund des Papierschirms, scharf begrenzt. Der dunkelste Theil des Bildes aber ist der Schatten des starkleuchtenden oberen Theiles der Flamme, welcher sich über dem hellen Gasstrom in Gestalt einer spitzen Zunge bis zum Gipfel der Flamme erhebt. Diese Zunge ist bräunlich gefärbt, wie das Licht, welches durch eine dünne Russschicht oder durch eine Rauchwolke gegangen ist. Der vorhin erwähnte dunkle Raum dagegen, in dessen Axe die Zunge schwebt, zeigt diese bräun-



liche Färbung nicht, sondern erscheint im Contraste damit eher etwas bläulich, woraus ersichtlich ist, dass er nicht durch Einwirkung von Russtheilchen auf das durchgehende Licht entsteht, und demnach nicht als Schatten der leuchtenden Theile der Flamme anzusehen ist. Er entsteht vielmehr durch Lichtbrechung in dem heissen aufsteigenden Strom der Verbrennungsgase, welcher die Flamme umgibt. Dieser wirkt nämlich wie eine mit schwächer brechender Substanz erfüllte Convexlinse, also wie eine Zerstreuungslinse. Indem hiedurch die Strahlen nach aussen gelenkt werden und sich dort den an der Flamme vorbeigehenden directen Strahlen hinzufügen, entsteht der helle Saum, und innen der dunkle Raum, in dessen Mitte der eigentliche Flammenschatten, die dunkle bräunliche Zunge, erscheint. Durch jede concave Glaslinse, welche man vor einem weissen Schirme in die Sonnenstrahlen hält, kann man diese Erscheinung, einen hell umsäumten dunklen Raum, leicht nachahmen. Zu dem hellen Saume des Flammenschattens tragen übrigens vielleicht auch Strahlen bei, welche an dem Umfang des heissen Luftstroms vorbeistreifend totale Reflexion erleiden.

Beleuchtet man mit intermittirendem Licht, indem man den Brennpunkt auf die Löcherreihe am Rande einer rotirenden Scheibe fallen lässt, so sieht man ausserhalb des hellen Saumes in der umgebenden Luft zierliche Wellen emporsteigen, welche über der Spitze der Flamme, von beiden Seiten sich begegnend, durcheinander wirbeln. Das Innere des Schattenbildes dagegen erscheint ruhig und frei von Wellenbewegung.

Die Bestrebungen Bayerns auf meteorologischem Gebiet im 18. Jahrhundert.

Eine Studie von C. Lang.

(Eingelaufen 1. Februar 1890.)

Die Wissenschaft, welche man im heutigen Sinne Meteorologie nennt, ist zwar nicht in allen ihren Theilen so neuen Datums wie die Thermodynamik der Atmosphäre, deren Aufbau erst jenem der mechanischen Wärmetheorie folgen konnte, aber sie reicht doch auch in ihren übrigen Kapiteln nicht sehr weit zurück.

Noch über die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts hinaus hatte man ausser einigen ganz allgemein gehaltenen Andeutungen über die Wärmeverhältnisse des Erdkörpers, wie sie Albertus Magnus, weiland Bischof zu Regensburg, schilderte, ausser den Beziehungen zwischen Windrichtung und Regenhäufigkeit von Giraldus Cambrensis, einer noch unvollkommenen Theorie der Passatwinde von Hadley, sowie einer Anzahl von qualitativen Witterungs-Chroniken nicht Viel, was mit wissenschaftlicher Meteorologie zusammenhinge. Dass dagegen trotzdem die Wetterprophezeiungen blühten, welche auf Grund des astrologischen Wahnes und des hundertjährigen Kalenders, welch' letzterer selbst ein bayerisches Geistesprodukt ist, ausgestellt wurden, erwähne ich hier nur nebenher, ebenso wie die weitere Thatsache, dass man Otto v. Guerike nachfolgend, bereits seit 1660 das,

übrigens noch nicht sehr verbreitete Barometer als Wetterglas benützte.

Von sonstigen meteorologischen Instrumenten bestand seit der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts der Regenmesser, dessen Construction von der Florentiner Academie ausging und ein aus der ungefähr gleichen Zeit stammendes, nur qualitative Angaben lieferndes Hygrometer, das man Ferdinand II. von Toscana zuschreibt, sowie endlich, nach dem Vorgange etlicher bedingungsweise benützbarer Thermometer-Constructionen, so jener Galilei's und der Florentiner Academie, seit dem Jahre 1724 das mit Fixpunkten versehene Thermometer von Fahrenheit, welches jedoch schon 50 Jahre später dem Réaumur'schen fast ausschliesslich weichen musste.

Schon mehr als 20 Jahre vor der Einführung des Fahrenheit'schen Thermometers hat man regelmässige instrumentelle Aufzeichnungen an einzelnen Orten, so z. B. in Berlin, Halle, Königsberg und Nürnberg, nämlich 1700 beziehungsweise 1695 begonnen, und bereits im Jahre 1701, d. h. alsbald nach dem ersten Auftreten meteorologischer Stationen in Deutschland betonte Hamberger in Jena, dass die Witterungskunde nur durch gleichzeitige Beobachtungen an mehreren Orten gefördert werden könne, eine Ueberzeugung, die durch die Publication des Specimen Meteorologiae Parallelae des Ulmer Professors Allgöwer 1710 in weitere Kreise getragen wurde.

Trotzdem aber blieb dieselbe doch noch sehr lange Zeit von rein academischer Bedeutung; ebenso wie die interessanten Bestrebungen Böckmann's, in dem Grossherzogthum Baden damaligen Umfanges ein Netz von meteorologischen Stationen nach einheitlichem Muster einzurichten, nicht zum gewünschten Ziele führten.

Aber dennoch hatten diese zwei letztbenannten Bestrebungen gezeigt, dass man die Schwierigkeit und erforder-

liche Gestaltung eines meteorologischen Forschungsplanes richtig zu beurtheilen begann, und gaben vielleicht die Anregung zu einem grossartigeren und von Erfolg begleiteten Unternehmen, von welchem wir nachfolgend zu sprechen haben werden.

Bis zum Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts konnte also im Allgemeinen überhaupt kaum von einer wissenschaftlichen Meteorologie die Rede sein und hat sich auch Bayern bis dahin in nicht sehr erheblicher Weise am Herbeischaffen von Bausteinen betheiligt, wenn auch aus unserem Gebiete einzelne Orte genannt werden können, an welchen schon vor 1780 beobachtet wurde, und von welchen mehr oder minder ausführliche Wetter-Chroniken vorhanden sein sollen:

Ansbach	1770— ?	J. G. Rabe
Bamberg	?	M. J. Jacobs (nach Ellner)
Bayreuth	1728—29	P. C. Wagner
Erlangen	1764—(1816)	G. F. Hildebrandt
Ingolstadt	1771—(1797)	H. Steiglehner
Mannheim	1779—1780 u. ff.	Hauptmann Denis
München	1735— ?	J. Falk
	1761— ?	Oberst Klingenberg, Cadettencorps
Nürnberg	1695—1700	Eimmart
	1719—1728	J. L. und J. K. Rost
	1732—1743	Doppelmayer
	1770—1772	Anonym
Regensburg	1717— ?	Kanold
	1773—1780 u. ff.	Steiglehner, Heinrich
Weissenburg a/S.	1740— ?	J. A. Döderlein
Würzburg	1765—1769	F. Huberti.

Dass an allen diesen Stationen, die übrigens damals noch nicht alle zur Wittelsbacher Herrschaft gehörten, und die unter sich in keinerlei Zusammenhange standen, auch keine Einheit in der Beobachtungs- und Aufzeichnungsmethode existirte, ist wohl selbstredend, und damit spricht sich vom heutigen Standpunkte aus auch das Urtheil über

ihre Verwendbarkeit im Allgemeinen aus. Es würde sich deren Benutzung also auf einzelne qualitative oder blos zählende Aufzeichnungen zum Studium säcularer Perioden reduciren, und auch da müsste man die grösste Vorsicht walten lassen. Die Meteorologie ist ja bei ihren meisten Fragen nicht, wie viele andere Naturwissenschaften in der glücklichen Lage, dass sie von einem einzelnen Forscher durch Untersuchungen im Observatorium oder Laboratorium gefördert werden kann, sondern sie bedarf einer grossen Anzahl von Beobachtern, die an vielen Punkten vertheilt, aber durch ein gemeinsames Band vereinigt sind, also nach genau festgestelltem Arbeits-Plane aufzeichnen.

Aehnliche Gedanken waren es schon bei Hamberger, Allgöwer und Böckmann, aber es glückte ihnen bei dem verhältnissmässig beschränkten Einflusse des Privatmannes nicht, dieselben zum Nutzen der Wissenschaft zu verwirklichen. Dagegen gelang es, den Churfürsten aus dem Hause Wittelsbach Carl Theodor, welcher seit 1777 Churpfalz und Bayern durch Personal-Union unter seinem Scepter vereinigte, für solche Gedanken zu gewinnen und die weitgehenden Pläne bis zu einem gewissen Grade zu verwirklichen, welche die der Mannheimer Academie angeschlossene meteorologische Gesellschaft hegte.

Dieses grosse und, von den Bestrebungen der Florentiner Academie sowie jener Böckmanns auf beschränkterem Gebiete abgesehen, bis dahin völlig neue Vorhaben dieser Societas Palatina ging dahin, „an wissenschaftliche Institutionen auf der ganzen Erde einerlei und genau verificirte Instrumente zu vertheilen, um durch Vermittlung und unter Aufsicht derselben regelmässige, und nach demselben Plane angestellte meteorologische Beobachtungen zu erhalten, diese im Museum zu Mannheim zu concentriren und durch möglichst umfangreiche Veröffentlichung derselben und der zunächst daraus abgeleiteten Resultate die Kenntniss der

meteorologischen Erscheinungen, die bis dahin fast nur von localen Gesichtspunkten erfasst worden waren, in ganz neuer Weise zu fördern.*

Der geistliche Rath und Director des Physikalischen Museums Johann Jacob Hemmer ward an die Spitze des Unternehmens gestellt, und man muss zugeben, dass dieser Mann mit so hervorragendem organisatorischem Talente ausgestattet war, dass die Einrichtung des Mannheimer Stationsnetzes im Grossen und Ganzen auch in unseren Tagen noch als nachahmenswerthes Muster für derartige Bestrebungen gelten muss.

Er trat mit gelehrten Gesellschaften, Ordens-Vorständen und angesehenen Privaten, darunter solchen, die bereits vordem Beobachtungen angestellt hatten, in Verhandlung rücksichtlich des Anschlusses an die Mannheimer Gesellschaft, so z. B. mit Cotte in Montmorenci oder Toaldo in Padua, und bald ermöglichten es die einlaufenden Zustimmungsschreiben, wohl geprüfte Instrumente an eine grössere Anzahl in- und ausländischer Stationen abzusenden.

Die, übrigens nicht allenthalben zum Gebrauch gelangte, volle Ausrüstung einer Station bestand aus einem in Pariser Linien getheilten Barometer sammt einem zugehörigen Réaumur-schen Reductionsthermometer, einem zweiten vor dem Fenster zu befestigenden Thermometer, das, ohne weiteres Schutz-Gehäuse, zur Bestimmung der Lufttemperatur diente, einem, jedoch nur qualitative Angaben liefernden Federkiel-Hygrometer nach De Luc, Regen- und Verdunstungs-Messer, Anemoskop, Elektroskop und einem magnetischen Declinatorium.

Ausser diesen messenden Aufzeichnungen sollten noch die Bedeckung des Himmels nach 6 Theilen oder Graden geschätzt, die Art und Zeit der Niederschläge und sonstiger Witterungserscheinungen, auch wenn solche ausser den regelmässigen Beobachtungs-Terminen stattfanden, notirt, und die Stärke des Windes nach 5 Graden geschätzt werden. Inte-

ressant ist es, dass für die Bezeichnung der Hydrometeore schon damals ähnliche Zeichen wie jetzt gebraucht waren, und dass Hemmer im Hinblicke auf die bessere Uebersichtlichkeit stricte auf deren Verwendung bestand.

An Flüssen liegende Orte sollten ferner noch die Pegelstände des Flusses und die Küsten-Stationen die Höhe der Meeresfluth beobachten. Der ersten Einsendung an die Centrale sollte eine genaue Beschreibung des Stationsortes und der Instrumentenaufstellung beigelegt werden. Die volle Einheit nach Zahl, Zeit und Methode der Beobachtungen an sämmtlichen Stationen wurde durch eine genaue und ganz vorzügliche Beobachterinstruction, welche dem Einladungsschreiben beigelegt war, hergestellt, und gingen, zur Wahrung auch der formellen Einheitlichkeit in den Aufschreibungen Tabellenformularien an die Stationen hinaus.

Als Beobachtungszeiten für sämmtliche Witterungselemente, mit Ausnahme von Niederschlags- und Verdunstungs-Menge, die nur einmal täglich, nämlich um 2 Uhr Nachmittags abgelesen wurden, waren die Stunden 7 Uhr Morgens sowie 2 Uhr und 9 Uhr Nachmittags angesetzt. Ob die Auswahl dieser Beobachtungszeiten, die mit einem doppelten Uebergewicht der Abend-Ablesung für die Mittelbildung versehen, bei dem Klima Mitteleuropa's nahezu wahre Tagesmittel der Temperatur geben, schon unter Benützung der Kenntniss der täglichen Temperaturperiode getroffen wurde, ist mir nicht bekannt. Es ist Letzteres jedoch nicht unmöglich, da Toaldo und Chiminello bereits 1778 begonnen hatten, stündliche Temperatur-Aufzeichnungen zu machen.

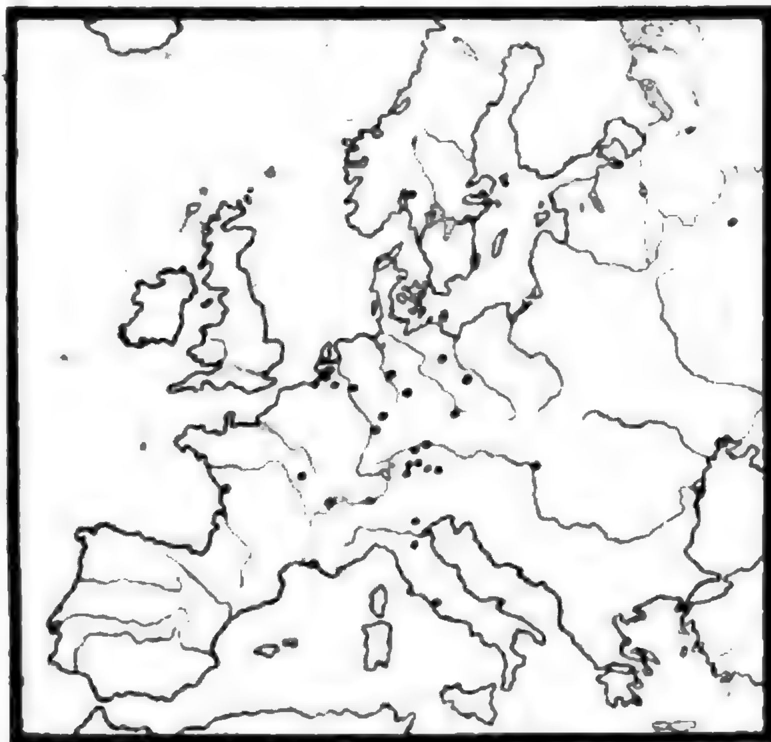
In weiteren Kreisen konnte dagegen die Tagescurve des Temperaturganges noch nicht bekannt sein, da Böckmann bei seinem vorhin besagten Unternehmen gemeint hatte, „eine viertel oder halbe Stunde mache hierin noch keinen grossen Unterschied“ und fast noch ein halbes Jahrhundert später es noch Munke für ziemlich gleichgültig hielt, „ob die Auf-

zeichnung täglich einmal oder etliche Male und an welchen Stunden sie geschieht."

Dass den Mitgliedern der Societas Palatina die Bedeutung ihrer Stundenauswahl selbst nicht vollkommen klar stand, möchte daraus zu entnehmen sein, dass sie vorbenanntes Uebergewicht bei der Mittelbildung auch selbst nicht anwandten.

Die Einladung zur Betheiligung an diesem in Rede stehenden grossartigen Beobachtungs-Unternehmen war an 57 Orte abgegangen und liefen schon im ersten Jahre 1781 Beobachtungsresultate von ungefähr 20 Stationen ein, deren Zahl sich in den folgenden Jahren auf 37 erhöhte. Diese Stationen sind, soweit sie europäischem Gebiete angehören, unten dargestellt; ausser in Europa entstanden noch Stationen zu Godthaab in Grönland sowie Bradfort und Cambridge in Nord-Amerika.

Stationsnetz der Mannheimer Academie 1781—92



Die Beobachtungen kamen in voller Ausführlichkeit zur Veröffentlichung, von einzelnen Stationen ausserdem noch eine Zusammenstellung der Monatsmittel, der extremen Werthe

und dergl., und sammelte sich hiedurch in den Jahren 1781 bis 1792 ein höchst beträchtliches Beobachtungsmaterial an, das in 12 grossen Quartbänden unter dem Titel „Ephemerides societatis meteorologicae Palatinae" veröffentlicht worden ist, welche auch eine Anzahl meteorologischer Abhandlungen so von Steiglehner, Hemmer, König u. A. enthalten.

Die Mannheimer meteorologische Gesellschaft bildete einen entschiedenen und entscheidenden Wendepunkt in der Geschichte der Meteorologie, ja man könnte sagen: erst durch sie ist das Entstehen wissenschaftlicher Arbeiten auf meteorologischem Gebiete möglich geworden; denn erst sie hat ein Material geboten, das verhältnissmässig frei von beschränkten Localanschauungen ist.

Dieses in den Mannheimer Ephemeriden niedergelegte Beobachtungsmaterial wurde auch ziemlich bald schon zu wissenschaftlicher Verarbeitung beigezogen. Es bot die Grundlage zu den ersten Isothermenkarten, welche 1817 A. v. Humboldt entwarf, auf dasselbe recurrirt 1816 Brandes bei seinen ersten synoptischen Bestrebungen; J. Schön leitete zu seiner 1818 erschienenen Witterungskunde Mittelwerthe aus demselben ab, desgleichen später noch Kämtz zu seinem classischen Lehrbuche der Meteorologie.

Wenn man nun auch der Mannheimer Gesellschaft, die von dem Wittelsbacher Churfürsten Carl Theodor begründet und für die damaligen Verhältnisse pecuniär nennenswerth unterstützt wurde, unbedingt das Verdienst einräumen muss, dass sie bahnbrechend auftrat für die meteorologische Forschung, so könnte man heutigen Tages doch wohl nicht mehr mit Dove dafür sprechen, dass von einer wissenschaftlichen Gesellschaft eine erschöpfende Ausbeutung des in den Mannheimer Ephemeriden aufgespeicherten Materiales ins Werk gesetzt werde.

Das Letztere hat nämlich zwar den Anforderungen recht wohl entsprochen, welche man bei Erstlingsuntersuchungen

stellen kann, aber es entspricht nicht mehr, sobald es sich darum handelt, mehr ins Detail zu gehen wie ich vor sieben Jahren schon bei der Darstellung des Klimas von München nachgewiesen habe.

Das soll jedoch keinen Vorwurf bedeuten; denn eine so ins Einzelne gehende Controle der Stationen, wie diess zu solchem Zwecke nöthig wäre, war für die Mannheimer Herren wegen der Ausdehnung und Weitmaschigkeit des Stationsnetzes und wegen der damaligen Schwierigkeiten des Verkehrs nicht möglich.

Nach der Karte auf Seite 17 umfasste das Mannheimer Unternehmen Europa vom mittleren Norwegen bis zum Mittelmeere, und von der französischen Küste bis zum Ural hin, während England, vielleicht aus ähnlicher Zähigkeit, mit der es jetzt noch von dem metrischen Maasssystem sich fernhält, den Anschluss an das Stationsnetz versagte. Aber selbst dieses grosse Gebiet genügte Hemmer und seinem Mäcenas, dem seine Mitwelt das Prädicat „Musagetes" beilegte, noch nicht, sondern ihr Bestreben ging dahin, allmählich die ganze Erde mit dem Stationsnetze zu umspannen.

So weitgehende Pläne waren indessen für die damalige, an Verkehrsmitteln so arme Zeit noch nicht durchführbar, wenn man auch den Unternehmern vollkommen zugestehen muss, dass sie von Sonderrücksichten frei, ihre Kräfte im Allgemeinen nicht zersplittert haben, sondern an dem ursprünglichen Plane unentwegt festhielten.

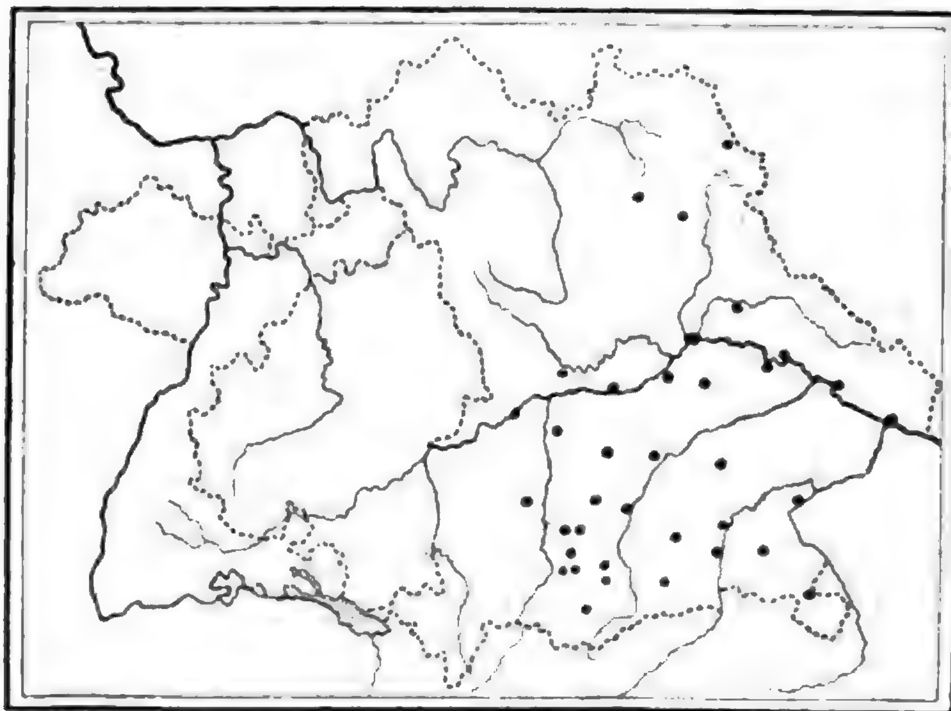
Dass man mit Letzterem keine Detailstudien anstellen könne, entging ihnen nemlich sicher nicht, aber da diess von ihnen auch nicht beabsichtigt war, so wiesen sie mit grosser Consequenz vielfache Bitten um kostenfreie Ueberlassung von Instrumenten ab, wenn der betreffende Ort einen Pleonasmus für den Organisations-Plan gebracht hätte.

Aus ähnlichen Gründen wurde z. B. das Anerbieten des Markgrafen Christian Friedrich von Ansbach abgelehnt, die

Beobachtungen, welche er an den Stationen seines Landes unter Rabe's Leitung anstellen liess, in die Mannheimer Ephemeriden aufzunehmen. Vielmehr wurde diesem Fürsten eine besondere Publication seines Unternehmens angerathen, wozu es jedoch nicht kam, und Carl Theodor hat durch ähnliche Bestrebungen in Churbayern nachgewiesen, dass er Detailstudien zwar keineswegs für überflüssig erachtete, aber mit Hemmer daran festhielt, dass solche ausser und neben der Mannheimer Gesellschaft bestehen sollten.

Carl Theodor hat daher durch die Münchener Academie für Churbayern ein Beobachtungssystem ausarbeiten lassen, bei dem eine grosse Anzahl von Stationen ins Leben treten sollte, und wurde der Academiker und geistliche Rath Franz Xaver Epp an die Spitze der Organisation gestellt. Derselbe wandte sich zur Gewinnung von Beobachtern vorzugsweise an Klöster und sonstige clericale Corporationen, von welchen ja zumal die ersteren im Allgemeinen besonders für meteorologische Beobachtungen geeignet sind.

Stationsnetz der churbayerischen Academie 1781—89



Es traten von den 36 Stationen 21 thatsächlich ins Leben, und beobachteten, zum Theil bis zur Neige des Jahrhunderts, ungefähr nach dem Muster der Mannheimer Beobachterinstruction. Auch in Churbayern wurden Instrumente unentgeltlich vertheilt, welche nach dem Vorbilde der Mannheimer zumeist von Brander in Augsburg verfertigt worden waren, und ebenso wie in Mannheim gelangten auch die bayerischen Beobachtungen unter dem Titel „Meteorologische Ephemeriden" durch die Münchener Academie zur Veröffentlichung. In dem ersten Bande derselben für 1781 ist der Zweck der speciell bayerischen Bestrebungen folgendermassen ausgesprochen:

„Die Anzahl der Herren Observatoren, welche die churfürstliche Academie zu Wetterbeobachtungen aufgefordert hat, ist gross genug und die Lage der bestimmten Orte geschickt genug, um die angenehme Hoffnung zu machen, dass Bayern nach Verlauf gewisser Jahre nebst zuverlässigen Witterungsregeln auch eine genauere Kenntniss seines Klimas erhalten werde. Und dahin, nicht weiter, geht die Absicht der churfürstlichen Academie. Sie setzt zu Grenzen ihres Unternehmens die Grenzen des Landes, d. i. Ober- und Niederbayerns sammt der oberen Pfalz."

Wenn ich vorhin sagte, dass die bayerischen Beobachtungen ebenso wie jene der Societas Palatina veröffentlicht wurden, so bezieht sich diess nur auf die Thatsache der Veröffentlichung selbst, während die Art der churbayerischen Publication sich nennenswerth von der Mannheimer unterscheidet. Man sah nemlich, wohl aus pecuniären Gründen, vor Allem davon ab, die Beobachtungen in extenso zu veröffentlichen, und führte diess erst beim letzten Jahrgange 1789 für Regensburg durch, woselbst jedoch von der Palatina abweichende Beobachtungszeiten gewählt waren, was auf minder stramme Disciplin in dem churbayerischen Beobachtungsnetze schliessen lässt.

Auch die Art der Mittelbildung wurde nicht präcis formulirt. Bei der Besprechung der Wärmeverhältnisse des Jahres 1781 bildet Epp (S. 28) selbst in ganz falscher Weise das Jahresmittel der Temperatur für München als die halbe Summe des beobachteten höchsten und tiefsten Thermometerstandes und thatsächlich scheint es, als ob bis zum letzten Jahrgange hin alle Mittel derart berechnet und demnach überhaupt nicht verwendbar seien.

Man hat sich, diesen Eindruck gewinnt man beim Durchblättern der churbayerischen Ephemeriden, in München zwar rücksichtlich der Verarbeitung der Originalaufzeichnungen viele Mühe gegeben, aber dabei mehrfach Methoden angewandt, die in der Folge als fehlerhaft erkannt, also verlassen wurden. Dadurch kommt es auch, dass in Ermangelung der ausführlichen Veröffentlichung für spätere Verarbeitung die Möglichkeit nicht mehr geboten war, und daher die ausserhalb der Palatina stehenden, speciell churbayerischen Beobachtungen keinerlei Verwendung gefunden haben oder überhaupt finden konnten.

Dieses nach der organisatorischen Seite hin absprechende Urtheil, das man vom heutigen Standpunkte aus fällen muss, mag übrigens nicht mit einem Vorwurf für die Münchener Academiker gleichbedeutend sein, welche nach dem Stande des damaligen Wissens ihre Pflichten in eifrigster Weise erfüllten, aber es weist darauf hin, dass man sich bei ähnlichen Fragen stets der Gefahr aussetzt, die gesammte Mühe der Beobachtungen zu Verlust gehen zu lassen, wenn man die Letzteren nicht in Ausführlichkeit zum Abdrucke bringt. Freilich wären dann die Kosten der Publication sehr viel grösser geworden, und eine Sache, die in Mannheim zur damaligen Zeit recht wohl durchführbar gewesen ist, war es nicht auch in München.

Ausser den rein meteorologischen Aufzeichnungen wurden von München aus auch magnetische sowie phänologische Be-

obachtungen ins Werk gesetzt, und curioser Weise befasste man sich in dem churbayerischen meteorologischen Beobachtungsnetze auch mit Mortalitätsstatistik.

Die bayerischen meteorologischen Ephemeriden bildeten einen Theil der von der Münchener Academie herausgegebenen, wie es scheint, nicht opulent mit Geldmitteln ausgestatteten „Neuen philosophischen Abhandlungen“ und in diesen finden wir auch eine Anzahl meteorologischer Untersuchungen von Epp, Schröter, Steer, Stark, Kennedy, Arbuthnoth und Heinrich, darunter also auch von Angehörigen und Beobachtern des bayerischen Stationsnetzes.

Interessant ist es dabei zu erkennen, dass die bayerischen meteorologischen Ephemeriden von Jahr zu Jahr gewisse Fortschritte machten, und dass der letzte, übrigens nicht mehr von Epp sondern wahrscheinlich von Heinrich herausgegebene Band entschieden eine weit sachgemässere Behandlung des Stoffes aufweist als die früheren.

Derselbe umfasst, wie bereits erwähnt, die ausführlichen Beobachtungen, welche im Kloster St. Emmeram zu Regensburg angestellt worden sind, Auszüge aus den Aufzeichnungen von 16 Stationen und daran anschliessend einen Rückblick auf den Jahrgang 1789.

Dieser Rückblick enthält zunächst eine Uebersichts-Tabelle des Jahres, in welcher die Stationen nach zunehmendem Luftdruck, also nach abnehmender Höhe angeordnet sind.

Ich reproducire hier dieselbe nach Umrechnung auf modernes Maass zum Theil desshalb, um einen gewissen Schluss auf die Zuverlässigkeit der damaligen Beobachtungen zu bieten.

Wie man aus dieser nachstehenden Tabelle ersieht, liefern die Barometerstände, so genau als man es eben bei der Instrumententechnik der damaligen Zeit erwarten darf, ungefähr die richtigen Meereshöhen. Nur Ettal tritt vollständig aus dem Rahmen heraus, und muss dort ein gröberer

Instrumentenfehler, wahrscheinlich eine Verschiebung der Scala vorhanden gewesen sein, worauf übrigens der Herausgeber des IX. Bandes der Ephemeriden selbst aufmerksam macht, und darauf hinweist, dass das Barometer in Ettal entschieden zu hoch steht.

1789

Station	Luftdruck	Hieraus berechnete Höhe in Metern	Wirkliche Höhe in Metern	Temperatur beob.	Temperatur auf Meeresniveau reducirt 1789	Temperatur auf Meeresniveau reducirt 1851-80
Hohenpeissenberg	674,9	968	994	6,5	11,5	10,9
Tegernsee	694,1	746	731 L	7,4	11,1	—
Frauenau	694,3	746	705 L	7,8	11,4	—
Andechs	694,6	735	699 L	9,8	13,3	—
Beierberg	704,0	632	ca. 630	7,9	11,1	—
Benedictbeuren	705,2	621	624 L	7,8	10,9	—
Ettal	707,7	587	ca. 850	7,4	11,7	—
Scheyern	707,7	587	520	10,0	12,6	9,4
Fürstenfeld	710,6	553	528	9,5	12,2	—
Rott a. I.	713,5	520	478 L	9,4	11,8	—
München	713,7	520	530	8,8	11,5	9,5
Weihenstephan	714,7	508	497	8,8	11,3	9,7
Mallersdorf	718,9	464	(440?)	11,5	13,7	—
Raitenhaslach	720,3	453	ca. 400	9,3	11,3	—
Regensburg	729,3	354	358	8,9	10,7	10,1
Niederaltaich	731,1	332	311 L	10,5	12,0	(9,6 Metten)

(L Höhen nach Lamont).

Jenen Massstab freilich, welchen man heute für die Richtigkeit von Barometerangaben als erforderlich betrachten muss, darf man an die Instrumente des vorigen Jahrhunderts nicht legen, und wenn man diess dennoch thut, so findet man, dass die damaligen Beobachtungen den heutigen Anforderungen nicht entsprachen. Diess gilt jedoch nicht allein für die Aufzeichnungen der churbayerischen, sondern ebensowohl für jene der Mannheimer meteorologischen Gesell-

schaft. Es wird diess ohne Zweifel bei vielen der alten Stationen seine Giltigkeit haben, und wähle ich zum Nachweise dessen, als für uns am nächsten liegend, München, das gleichzeitig Station des speciell churbayerischen und des internationalen Mannheimer Netzes war.

Das von mir selbst für die Jahre 1781 mit 92 aus den Mannheimer Ephemeriden berechnete Luftdruckmittel beträgt 714,5 mm, was einer Meereshöhe von nicht ganz 514 Metern entspräche.

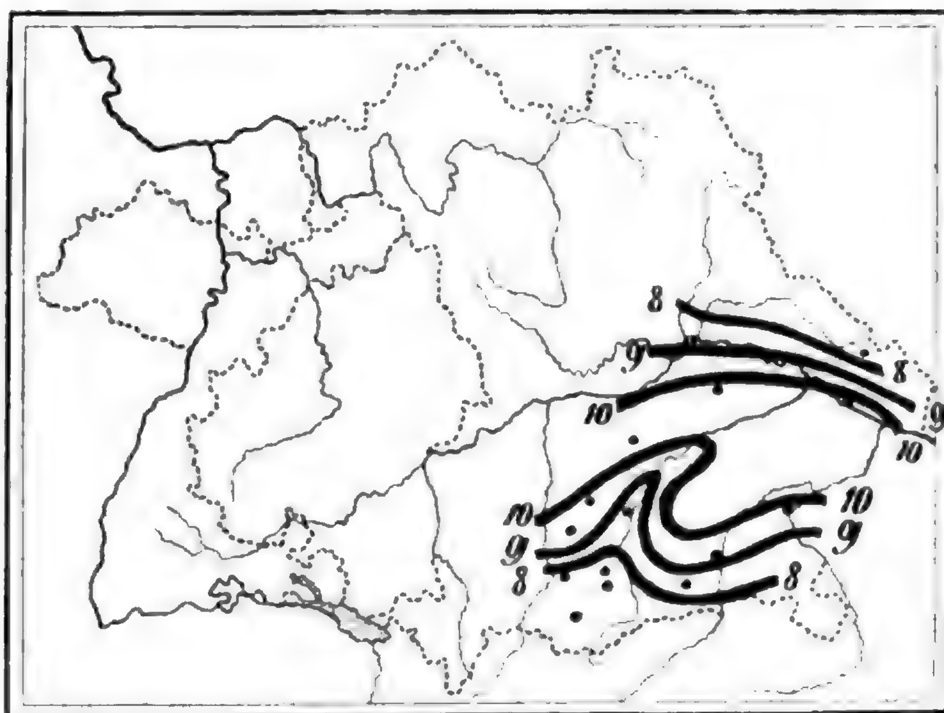
Diese Höhe der Barometeraufstellung ist jedoch ganz unmöglich; denn nach den Angaben des ersten academischen Beobachters in München P. Huebpauer sollen die Instrumente ca. 36' = 11½ Meter über dem Erdboden aufgestellt gewesen sein, und müsste somit die Meereshöhe des Erdbodens beim Augustinerstock ungefähr 503 Meter gewesen sein. Nun beträgt aber nach den Angaben des Präcisionsnivellements die Höhe des Kirchschiff-Pflasters der Frauenkirche 518 Meter; es wäre demnach vom Erdboden beim Augustinerstocke bis zu jenem bei der Frauenkirche eine Steigung von nahezu 15 Metern, was auch dem oberflächlichsten Blick schon als vollkommen absurd erscheinen muss.

Solche Fehler, die sich mit Ausnahme von Regensburg, (dessen aus den alten Beobachtungen abgeleitete Meereshöhe mit der jetzt nivellitisch ermittelten fast vollkommen übereinstimmt) wohl allenthalben leicht auffinden dürften, scheinen ihre Ursache in einem unrichtigen Abstand der nur eine Strecke weit getheilten Scala von ihrem Nullpunkt gehabt zu haben, nicht aber in mangelhafter Füllung des Barometerrohres; denn die im IX. Bande der bayerischen Ephemeriden reproducirten Curven des Barometer-Ganges der drei Stationen Raitenhaslach, Tegernsee und Peissenberg weisen unter sich einen vollkommen befriedigenden Parallelismus auf.

Wenn man bei jenen beiden Stationen, an welchen schon vor 100 Jahren die Aufstellung ziemlich die gleiche

wie jetzt war, nämlich bei Hohenpeissenberg und Regensburg die Temperaturmittel des Jahres 1789 mit Normalmitteln vergleicht, so findet man, unter sich genauestens übereinstimmend, dass jener Jahrgang um 0,6° zu warm war, und passen nach diesem Abzuge die Stationen, mit Ausnahme von Andechs, Scheyern, Fürstenfeld, Mallersdorf und Niederaltaich leidlich in das geographische Bild. Man darf aber auch nach dieser Ausschaltung noch nicht zu rigoros vorgehen und hat die Thermometeraufstellung z. B. in Weihenstephan Temperatur-Werthe ergeben, welche um ungefähr um 1, in München um $1^1/_2$ Grad zu hoch gewesen sein dürften. Man scheint also mit der Auswahl der Beobachtungsplätze nicht überall ganz glücklich gewesen zu sein.

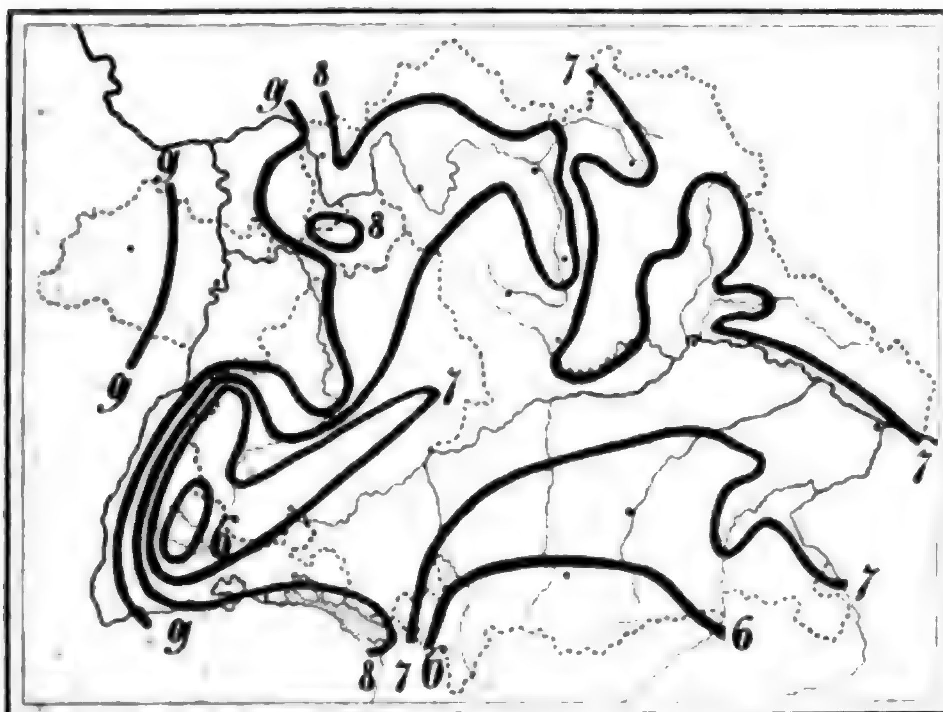
Temperaturvertheilung 1789



So war sie auch in München selbst notorisch eine sehr mangelhafte, abgesehen davon, dass Huebpauer's Beschreibung der Stationslage nicht gut auf jenes Gebäude passt, in welchem im vorigen Jahrhunderte zweifellos die Instrumente aufgestellt waren.

Das damalige Augustinerkloster, heute noch in München Jedermann unter dem Namen „Augustinerstock“ bekannt, und für meteorologische Beobachtungen keineswegs günstig gelegen, ist in der Luftlinie nicht, wie Huebpauer diess angibt, 1500' oder 490 m, sondern ca. 1 km von der Isar entfernt. Das Haus selbst ist allseitig umbaut, und war diess auch schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts. Dabei bildet die Nordfront des sehr geräumigen Baues den südlichen Flügel der derartig schmalen Löwengrube, dass nicht wohl anzunehmen ist, man habe jemals an der eigentlichen Nordfront des Augustinerstockes Thermometerbeobachtungen angestellt. Vielmehr dürfte die Thermometeraufstellung sich an einer gegen Norden gerichteten und einen weiten Hof mitumschliessenden Wand des südlichen Gebäudeflügels und zwar an dessen zweitem Stockwerke befunden haben.

Mittlere Temperaturvertheilung 1851—80



Bei solcher Aufstellung werden uns die $1^1/_2$ Grade, um welche die alten Thermometer-Angaben Münchens zu hoch waren, gewiss nicht befremden, wenn man bedenkt, dass schon an der gegenwärtigen sehr viel freieren Lage der

meteorologischen Centralstation die Temperaturwerthe um $^{1}/_{2}{}^{0}$ zu hoch ausfallen.

Für einen ersten Versuch der Klimatographie Bayerns wären aber, trotz der soeben gemachten Ausstellungen, die Beobachtungen im vorigen Jahrhundert entschieden brauchbar gewesen, und es ist nur zu bedauern, dass die erste Verarbeitung der Beobachtungsergebnisse nicht in jedem der Jahrgänge mit der gleichen Gründlichkeit geschah, wie für 1789.

Dieser IX. Jahrgang enthält noch Manches des Interessanten, so eine eingehendere Betrachtung des sehr strengen Winters 1788/89, welcher sich sehr nahe an jenen von 1879/80 anschliesst, und wie es scheint, in gleicher Weise einleitete. Auch damals bestand eine Umkehrung der vertikalen Temperaturvertheilung, auf welche der Herausgeber auf S. 233 entschieden und zwar als einer der Ersten hinweist.

Das zeitweilige Bestehen einer solchen wird in den bayerischen Ephemeriden überhaupt mehrfach betont, und wird auch erwähnt, dass die Nebelbildung sich häufig auf die Niederung beschränkt. Letzteres ist aber eine Erscheinung, von der wir heute wissen, dass sie zumeist eine solche Umkehrung der vertikalen Temperaturvertheilung, welche nicht allein in den Alpen, sondern auch in den Mittelgebirgen stattfindet, begleitet. Schon in Band II der meteorologischen Ephemeriden für 1781 beschreibt diese Verhältnisse der Beobachter zu Niederaltaich P. Ehernbert folgendermassen: „Auf dem Gipfel dieses Berges (Sonnenwald) war der schönste Tag, kein Wölkchen zeigte sich am Himmel, die Sonne glänzte so hell wie mitten im Sommer; am Fusse des Berges war die ganze Gegend mit einem dichten Nebel umhüllet, der in einer Entfernung von 30 Schuhen Alles unsichtbar machte. Dieses Phänomen ist im Frühling und Herbst nicht selten.“

Ueberhaupt wird man nach näherer Durchsicht der bayerischen Ephemeriden keineswegs mit einstimmen können in das von mancher Seite abgegebene allgemein ungünstige Urtheil, sondern man wird nicht selten überrascht sein, bei einer aus dem vorigen Jahrhunderte stammenden Publication Anschauungen zu finden, welche lange Zeit verschollen und vergessen, erst in unseren Tagen wieder neu aufgegriffen wurden.

Ich erinnere hier z. B. an eine Abhandlung von P. Placidus Heinrich „Oscillationes mercurii in tubo Toricellaneo“ vom Jahre 1794, in welcher er zunächst den jährlichen und täglichen Gang des Barometers scharf zum Ausdruck bringt und sodann in Uebereinstimmung mit einer älteren, auch in den „Neuen philosophischen Abhandlungen“ 1783 veröffentlichten Arbeit Steiglehners „De atmosphaerae pressione varia“ bereits ebenso präcise wie in der allerneuesten Zeit Ferrari u. A. die Schwankungen des Luftdruckes während eines Gewitters bespricht.

Es würde hier zu weit führen, alle die Resultate zu benennen, welche schon vor 100 Jahren gewonnen, und dann wieder zum grössten Theil vergessen worden sind; ich kann es mir aber nicht versagen, hier wenigstens jene Resultate der damaligen Forschungsperiode aufzuführen, welche der Herausgeber des IX. Jahrganges der bayerischen Ephemeriden auf den zwei letzten Seiten des Bandes selbst hervorhebt:

„Das Barometer ist bei uns in einer immerwährenden Bewegung und wachsen diese Veränderungen mit der geographischen Breite des Ortes. Auf hohen Bergen sind die Barometerveränderungen nicht so gross als an niedrigen Orten von gleicher Breite.

An Orten, welche nicht sehr weit von einander entfernt sind, hält das Barometer einen völlig ähnlichen Gang (von v. Lamont und Hann wieder eingeführtes Princip bei klimatologischen Arbeiten).

An zwei Orten, welche dieselbe Länge aber verschiedene Breite haben, ist sich der Gang des Barometers auch noch ziemlich parallel, nur treffen die Minima früher gegen Norden als in Süden ein. (Hinweis auf die von Köppen und Bebber behandelten Depressionsstrassen.)

An Orten verschiedener geographischer Länge aber derselben Breite fallen beinahe dieselben Veränderungen vor, nur rücken die übereinstimmenden Minima von Westen nach Osten fort. (Desgleichen.)

An einem und demselben Orte fallen die jährlichen Schwingungen nach Verschiedenheit des Jahrgangs verschieden aus, — sie sind grösser in den Winter- als in den Sommermonaten — grösser bei Tag als bei Nacht.

Gewisse Mondspunkte, gewisse Winde, die atmosphärische Elektricität und die Gewitterwolken stehen vor anderen in Verbindung mit dem Steigen und Fallen des Barometers.

Das Barometer hat täglich zweimal eine Neigung zum Steigen und ebenso oft zum Fallen."

Dieser IX. Band war, wie bereits gesagt, der letzte und bricht die Veröffentlichung der bayerischen Ephemeriden mit dem Jahrgange 1789, der aber erst 1794 erschien, um so unerwarteter ab, als noch in der Vorrede zum IX. Bande an die Beobachter verschiedene Aufforderungen gerichtet werden. Auch in keinem der noch nachfolgenden Bände der „Neuen philosophischen Abhandlungen" fand ich eine Notiz über das Aufhören jener Veröffentlichung und deren Ursache. Trotzdem aber brauchen wir wohl nicht lange nach letzterer zu suchen; sie wird leicht zu erkennen sein in dem während des letzten Decenniums des vorigen Jahrhunderts so drohend gewordenen politischen Horizont, was ohne Zweifel die Geldmittel für wissenschaftliche Bestrebungen nur sehr spärlich fliessen liess.

Die Beobachtungen selbst sind in Bayern jedoch nicht mit dem Jahre 1789 abgeschlossen worden, sondern sie

wurden fortgesetzt, und es liegen die Aufzeichnungen im Manuscript an der Sternwarte Bogenhausen von 13 Stationen der churbayerischen Academie noch aus den letzten neunziger Jahren vor. Sie reichen von Regensburg und Hohenpeissenberg sogar mit kurzen Lücken bis zur Gegenwart herauf.

Von diesen zwei Punkten abgesehen, hat dann die Säcularisation der Klöster in Bayern selbst der Beobachterthätigkeit ein jähes Ende gemacht.

Auch die Mannheimer meteorologische Gesellschaft überlebte ihre kleinere Münchener Schwester nicht gar lange. Die Mannheimer Ephemeriden nehmen schon vom Jahre 1784 an mehr und mehr an Umfang ab. Allerdings finden wir durch Einführung eines Registerbarometers von Changeux an der Centralstation in Mannheim im Jahre 1785 noch einen nennenswerthen Aufschwung, aber es scheint, dass auch in Mannheim die pecuniären Verhältnisse eine Verringerung der Publication erheischten, so dass im letzten Jahrgange 1792, welcher im Jahre 1795 erschien, keinerlei Vorrede oder Legende mehr beigegeben war, und die Veröffentlichung der vollen Aufzeichnungen und der ersten Ergebnisse derselben sich auf 15 Stationen beschränkte, die nicht mehr im Stande gewesen wären, ein Bild für die geographische Vertheilung der Witterungsverhältnisse in Mitteleuropa zu geben.

Auch in Mannheim, welches dem politischen Feuer-Centrum ja noch nennenswerth näher lag, werden die oben besagten Verhältnisse das Aufgeben der meteorologischen Unternehmung erzwungen haben. Letzteres um so entschiedener, als durch Hemmer's Tod 1790 auch die energischste Kraft der Mannheimer Gesellschaft zu Verlust gegangen war, und der nominell nachfolgende Medicinalrath Güthe der Sache nicht so nahe gestanden zu sein scheint, wie diess etwa im diessseitigen Bayern bei Placidus Heinrich der Fall war.

In den beiden Unternehmungen, welche vom Churfürsten Carl Theodor mehr oder weniger inspirirt und von ihm auch pecuniär unterstützt waren, sehen wir eine Forschungs-Richtung, die, wenigstens in officieller Weise, erst in den neueren Zeiten nach langer Pause wieder eingeschlagen worden ist.

Erst der von Le Verrier um die Mitte der sechziger Jahre unseres Säculums ins Leben gerufene „Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère" und jene von Hofmeyer u. s. f. bethätigten Sammelwerke sind literarische Leistungen, welche die Ephemeriden der Mannheimer Gesellschaft wieder erreicht oder übertroffen haben, und der Organisationsplan der Societas Palatina bildete für die in den jüngsten Zeiten zusammengetretenen internationalen Meteorologencongresse in vieler Beziehung, ja in den Hauptsachen sogar die Richtschnur.

Auch die im diesseitigen Bayern von 1780 an bethätigte Organisation eines speciellen Stationsnetzes, des einzigen deutschen, welches es im vorigen Jahrhundert auch bis zu regelmässigen Veröffentlichungen brachte, steht für lange Zeit als Erstlingsleistung völlig allein, und erst viel später gelangte man in unserer engeren Heimath wieder zu jenem Standpunkt, der hier bereits im Jahre 1780 erreicht worden war.

Stationsverzeichniss.

A) der Mannheimer Academie (in Europa).

1. Spideberg
2. Stockholm
3. Petersburg
4. Moscau
5. Kopenhagen
6. Delft
7. Haag
8. Middelburg
9. Brüssel
10. Düsseldorf
11. Göttingen
12. Erfurt
13. Berlin
14. Sagan
15. Würzburg
16. Prag
17. Mannheim
18. La Rochelle
19. Dijon
20. Genf
21. St. Gotthard
22. Ingolstadt
23. Regensburg
24. Hohenpeissenberg
25. Andechs
26. München
27. Tegernsee
28. St. Zeno
29. Ofen
30. Padua
31. Chioggia
32. Bologna
33. Marseille
34. Rom.

B) der Churbayerischen Academie.

1. Waldsassen
2. Michelfeld
3. Amberg
4. Reichenbach
5. Donauwörth
6. Konstein.
7. Ingolstadt
8. Abensberg
9. Regensburg
10. Straubing
11. Oberaltaich
12. Niederaltaich
13. St. Nicola
14. Thierhaupten
15. Mallersdorf
16. Grossaiting
17. Indersdorf
18. Freising
19. St. Veit
20. Fürstenfeld
21. München
22. Rott a. I.
23. Raitenhaslach
24. Diessen
25. Andechs
26. Weyarn
27. Rosenheim
28. Chiemsee
29. Wessobrunn
30. Hohenpeissenberg
31. Polling
32. Beierberg
33. Benedictbeuren
34. Tegernsee
35. St. Zeno
36. Ettal.

Ueber den mittleren Böschungswinkel
und das wahre Areal einer topographischen Fläche.[1])

Von S. Finsterwalder.

(Eingelaufen 1. Februar.)

C. v. Sonklar hat in seiner „Allgemeinen Orographie" ein Programm zur orometrischen Bearbeitung eines Gebirges aufgestellt, welches im Wesentlichen dem entspricht, das er selbst seinen früheren Untersuchungen über einzelne Gebirgsgruppen der Alpen zu grunde gelegt hat. Je mehr die darin enthaltenen Gesichtspunkte und vor allem vielleicht der Grundgedanke, für die auch beim blossen Anblick auffallenden Unterschiede in Gestaltung und Aufbau verschiedener Gebirge einen exakten und ziffernmässigen Ausdruck zu gewinnen, das Interesse der Geographen erwecken, umso weniger darf verkannt werden, dass die Einzelausführungen Sonklar's vielfach misslungen sind. Sie beziehen sich höchst einseitig auf Kettengebirge und lassen sich durchaus nicht auf Massen-

---

1) Kurz bevor das Manuskript dieser Arbeit der Akademie vorgelegt wurde, erschien in den Mittheilungen des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins (15. Januar 1890) eine kurze Notiz des Herrn Carl Peuker, betitelt: „Der mittlere Neigungswinkel des Bodens," in welcher die Hauptformel des folgenden I. Teiles ohne Beweis angeführt und die Arealsberechnung des III. Teiles angedeutet wird. Um die Unabhängigkeit meiner Untersuchungen gegenüber den erwähnten festzustellen, sei bemerkt, dass ich den Inhalt des I. Teiles bereits vor drei Jahren, den des III. Teiles vor einem Jahre in dem hiesigen mathematischen Vereine von Studierenden beider Hochschulen vorgetragen habe. Die Publikation verzögerte sich durch den Umstand, dass sie ursprünglich in einer geographischen Zeitschrift beabsichtigt war.

gebirge oder gar Hügelland übertragen. Aber auch in dem begrenzten Gebiete wusste Sonklar nur den einfacheren Begriffen, wie mittlere Gipfelhöhe, Sattelhöhe Schartung u. s. w. zutreffende Definitionen und daraus resultierende eindeutige Bestimmungsweisen zu geben; je weiter er sich in komplicierte Dinge, wie die Volumbestimmung oder die Berechnung des mittleren Abfallswinkels der Kammgehänge einliess, umso mehr verlor er den Boden unter den Füssen und schlug statt zwingender Definitionen und klarer Methoden schlecht motivierte Compromisse vor. Die ernsten Schwächen im Systeme Sonklar's, vor allem die unglückliche Verquickung des Abfallswinkels der Kammgehänge mit dem Volumen des Gebirgskammes sind zwar nicht verborgen geblieben, aber statt den Sonklarschen Weg aufzugeben, suchte man durch neue Compromisse und Aenderungen an den dehnbaren Begriffen von Sockelhöhe, Thalhöhe u. s. w. das bedenkliche System wieder gebrauchsfähig zu machen. Wie wenig dies aber gelingt, dürfte die fleissige, den Sonklar'schen Ideen auf seinem eigensten Gebiete sich möglichst anschmiegende Arbeit C. Gsaller's[1]) endgiltig gezeigt haben. Freilich ist man seitdem von der Volumberechnung Sonklar's gänzlich abgekommen und hat dieselbe durch die einwurfsfreie Ermittelung aus Höhenschichten ersetzt[2]), da man aber den bedenklichen Versuch nicht gescheut hat, aus dem richtig ermittelten Volumen mittels der als falsch erkannten Formel Sonklar's eine mittlere Neigung der Kammgehänge zu berechnen[3]), scheint es uns an der Zeit, durch eine auf mathe-

1) C. Gsaller: Studien aus den Stubayer Alpen. I. Zur Orometrie. Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines 1886. Mittheilungen desselben Vereines 1887.

2) Waltenberger: Orograghie des Wettersteingebirges. Augsburg 1882.

3) L. Neumann: Orometrie des Schwarzwaldes. Geographische Abhandlungen, hrsg. v. Prof. Dr. Penck, I. Bd. Heft 2, 1886.

matischer Basis geführte Untersuchung Klarheit in die verworrenen Verhältnisse zu bringen. Hiezu bestimmen uns ausserdem noch zwei in jüngster Zeit erschienene Arbeiten[1]) aus dem geographischen Institute der Wiener Universität, welche das fortdauernde Interesse der massgebenden Kreise an orometrischen Fragen bekunden. In beiden wird das Verhältniss der wahren Oberfläche F des Terrains zu ihrer Projektion (P) auf der Karte mit dem mittleren Böschungswinkel (α) nach der Formel $\cos\alpha = P:F$ in Zusammenhang gebracht. Während in der einen derselben Herr L. Kurowski auf einwurfsfreie, wenn auch mühsame Weise die wahre Oberfläche ermittelt und dann aus obiger Formel ein wohldefiniertes Mittel der Böschungen in dem später zu präcisierenden Sinne erhält, benützt Herr J. Beneš ein von Herrn Professor Penck herrührendes Näherungsverfahren, dessen Zulässigkeit erst durch eine mathematische Analyse festgestellt werden muss.

Im Folgenden beschränken wir uns zunächst auf die Bestimmung des mittleren Böschungswinkels als die verhältnismässig schwierigste und der Reform bedürftigste Aufgabe der Orometrie und werden in dem I. Teile eine neue Definition des mittleren Böschungswinkels geben und ein einfaches Verfahren zur Ausmittelung des so definierten Winkels herleiten. Im II. Teile soll ein allgemeiner Gesichtspunkt für die Bildung rationeller Mittelwerte aufgestellt, die Beziehungen der nach diesem Gesichtspunkte zulässigen Mittelwerte zu einander untersucht und zur gegenseitigen Vergleichung benützt werden. Im III. Teile wird

---

1) L. Kurowski: Das reducierte und wahre Areal der Oezthaler Gletscher.

J. Beneš: Die wahre Oberfläche des Böhmerwaldes im Vergleich zu ihrer Projektion. Bericht über das XIV. Vereinsjahr, erstattet vom Verein der Geographen an der Universität Wien. 1888.

aus diesen Beziehungen ein förderliches Näherungsverfahren zur Ermittelung des wahren Areals der topographischen Fläche abgeleitet und das Penck'sche Verfahren der Analyse unterzogen. Der bequemeren Lesbarkeit halber ist jeder Teil in zwei Abschnitte zerlegt, von denen der erste unter Ausschliessung höherer Rechnungsarten, namentlich der Integralrechnung die allgemeineren Ausführungen enthält, während der zweite der exakten Begründung gewidmet ist, wobei die Mathematik naturnotwendig in ihr Recht tritt.

Wir bemerken schliesslich noch, dass diese Studie eine Frucht unserer mehrjährigen Beschäftigung mit der Geometrie der topographischen Fläche ist und als Probe dafür angesehen werden möge, wie wir dieses Grenzgebiet der Mathematik und Geographie behandelt wissen wollen.

I. Teil.

Definition und Auswertung des mittleren Böschungswinkels; klinographische Curve.

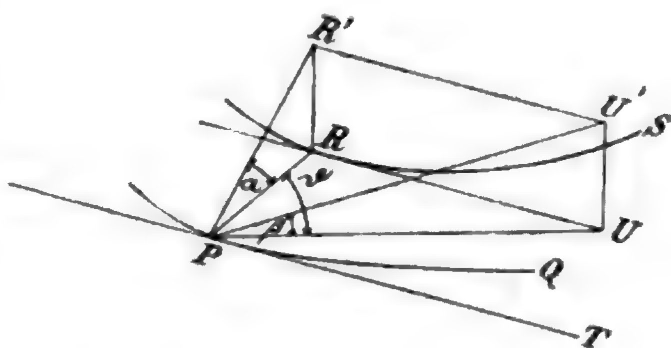
1.

Unter einer topographischen Fläche soll hier eine solche verstanden werden, deren Punkte durch das Lot zur Horizontalebene eindeutig auf diese abgebildet werden können.[1]) Es setzt dies voraus, dass die Fläche nirgends einen senkrechten Abfall oder gar einen Ueberhang besitzt. Ferner soll die Fläche durchweg stetig sein und in jedem Punkte eine Tangenitalebene besitzen. Beide Eigenschaften kommen den schematischen Terrainflächen zu, wie sie sich auf der

1) Diese zur Vereinfachung des Ausdruckes gemachte Annahme kommt auf die Vernachlässigung der Erdkrümmung hinaus. Dass der Einbeziehung der letzteren, so lange nur die Höhen verschwindende Teile der Krümmungsradien sind, kein Hindernis im Wege steht, braucht wohl nur angedeutet zu werden.

Karte darstellen lassen, nicht immer aber den in der Natur wirklich vorhandenen und nur auf erstere beziehen sich unsere folgenden Deductionen. Die Darstellung der Terrainflächen in der Karte erfolgt heutzutage fast ausschliesslich durch Niveaulinien oder Isohypsen, d. h. durch die Projection der Schnitte einer Schar paralleler aequidistanter Horizontalebenen mit der Fläche. Dieselben mögen in so geringen Abständen gegeben sein, dass alle noch in Betracht kommenden Besonderheiten des Terrains durch sie ausgedrückt werden. In einem beliebigen Punkte P der Fläche kann man dann die Tangenitalebene in folgender Weise konstruieren: Es sei PQ die Isohypse durch P, PT ihre Tangente, PR ihre Normale im Punkte P, R der Schnitt der letzteren mit der Nachbarisohypse RS. Man errichte in R ein Lot

Fig. 1.



und trage die Aequidistanz (den Vertikalabstand zweier Isohypsen) RR' auf diesem ab. Die beiden Linien PT und PR' bestimmen die gesuchte Tangenitalebene. Die Richtung PT ist die Streichrichtung der Fläche (des „Gehänges") im Punkte P, die Richtung PR die Fallrichtung derselben; das Verhältnis RR' zu PR die Böschung, der Winkel $R'PR = \alpha$ der Böschungswinkel der Fläche in demselben Punkte P. Schneiden wir Fläche und Tangenitalebene durch eine lotrechte, durch P in der Richtung nach U gehende Profilebene, bezeichnet U den Schnitt dieser Ebene mit der Parallelen RU zur Tangente PT und U' den um die Aequidistanz senkrecht darüber liegenden Punkt, dann ist das Verhältnis von $U'U$ zu PU die Neigung des durch P gehenden Profiles gegen den Horizont und der Winkel $U'PU = \beta$

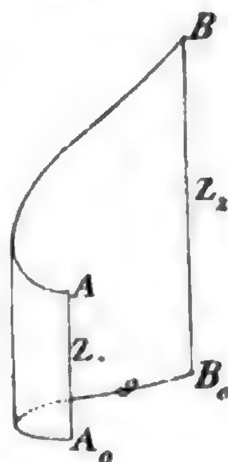
der Neigungswinkel des Profiles im Punkte P. Führen wir für die Aequidistanz $RR' = UU'$ das Zeichen Δz, und für den Horizontalabstand PR der Isohypsen $\Delta\sigma$ ein und nennen wir ferner den Winkel UPR der Profilebene mit der Ebene des Böschungswinkels ϑ, so haben wir für die Winkel α und β die Formeln:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{RR'}{PR} = \frac{\Delta z}{\Delta\sigma} \quad ; \quad \operatorname{tg}\beta = \frac{UU'}{PU} = \frac{\Delta z \cos\vartheta}{\Delta\sigma} \qquad 1)$$

Der Profilwinkel ist kleiner als der Böschungswinkel.

Aus den verschiedenen Böschungswinkeln, welche den doppelt unendlich vielen Punkten der Terrainfläche zugehören, soll nun ein Mittel gebildet werden. Diese Aufgabe ist keineswegs eindeutig lösbar, wie wir in der Folge sehen werden. Um ihr aber eine bestimmte Lösung zu geben, wollen wir das Mittel aus den Böschungswinkeln einer Fläche genau so bilden, wie man allgemein und mit Recht das Mittel aus den Neigungswinkeln einer Linie bildet. Hat man nämlich auf einer topographischen Fläche eine Linie (Thalsohle, Hangprofil), die, ohne zu fallen, von einem tieferen Punkte A nach einem höheren Punkte B ansteigt, dann versteht man unter der mittleren Neigung derselben das Verhältnis des Höhenunterschiedes $Z_2 - Z_1$, der Punkte A und B zur Länge s der Projection der Linie, wie sie auf der Karte als (geradlinige oder krummlinige Verbindung) der Projectionen von A und B erscheint. Der mittlere Neigungswinkel ist dann durch die Formel:

Fig. 2.

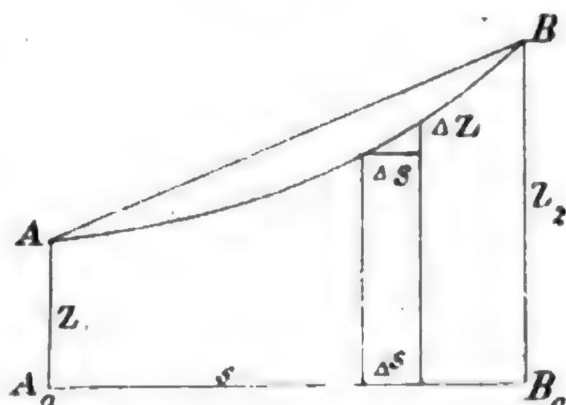


$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{Z_2 - Z_1}{s} \text{ zu ermitteln.}$$

Es erhebt sich nun die für die Ausdehnung auf die Fläche fundamentale Frage: In welcher Weise setzt sich dieses Mittel aus den Einzelcomponenten, den

Neigungswinkeln in den verschiedenen Punkten der Linie nämlich, zusammen? Dies ist leicht einzusehen. Wir denken uns zunächst den Cylinder, der aus den Projectionsloten der einzelnen Punkte der Linie gebildet wird, in die Ebene entwickelt, wobei die Projection s der Linie in eine Gerade A_0 B_0 gestreckt wird. Nun teilen wir diese Gerade in eine grosse Zahl gleicher oder ungleicher, aber kleiner Teile, von denen einer mit Δs und der zugehörige Höhenunterschied mit Δz bezeichnet werde. Dann ist $\Sigma \Delta s = A_0 B_0 = s$ und $\Sigma \Delta z = BB_0 - AA_0 = z_2 - z_1$, wobei das Zeichen Σ die Summation aller Teile Δs, resp. Δz zwischen A und B bedeutet. Der Quotient $\frac{\Delta z}{\Delta s}$ nähert sich mit wachsender Kleinheit der Teile der Neigung: $\frac{dz}{ds} = \operatorname{tg} \alpha$, weshalb wir schreiben können:

Fig. 3.



$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{Z_2 - Z_1}{s} = \frac{\Sigma \Delta z}{\Sigma \Delta s} = \lim \frac{\Sigma \Delta s \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta s} \qquad 2)$$

Hieraus geht hervor: Der mittlere Neigungswinkel einer Linie ist der Winkel, dessen Tangente gleich dem arithmetischen Mittel aus den Tangenten der Neigungswinkel der einzelnen Linienelemente ist, wobei jede Tangente mit einem Gewichte proportional der Horizontalprojection Δs des Elementes belastet erscheint.

Wir übertragen dieses, auf dem Gebiete einer Ausdehnung geltende Definitionsprincip ins zweidimensionale und teilen die Karte als Horizontalprojection der topographischen

Fläche in beliebig gestaltete, nach allen Richtungen hinreichend kleine Gebiete ΔO, so dass der Wechsel der Böschung innerhalb eines solchen vernachlässigt werden kann. Von jedem Gebiete bestimmen wir die Grösse sowie den darin herrschenden Böschungswinkel α und rechnen den mittleren Böschungswinkel A nach der Formel:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\Sigma \Delta O \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta O} . \qquad 3)$$

In obiger Formel liegt folgende Definition enthalten:

Der mittlere Böschungswinkel einer Fläche ist der Winkel, dessen Tangente gleich dem arithmetischen Mittel aus den Tangenten der Böschungswinkel der einzelnen Oberflächenelemente ist, wobei jede dieser Tangenten mit einem der Horizontalprojection des Elementes proportionalem Gewichte belastet erscheint.

Diese Definition würde der praktischen Bedeutung entbehren, wenn es uns nicht gelänge, den damit gegebenen mittleren Böschungswinkel auf einfache Weise aus den Daten zu bestimmen, die die Isohypsenkarte bietet. Es ist dies aber in der That möglich, wie nun gezeigt werden soll. Wir denken uns das Gebiet auf der Karte zunächst durch die Isohypsen in Streifen zerschnitten und dann diese Streifen wieder in kleine Rechtecke von den Seiten Δs in der Isohypse und $\Delta \sigma$ senkrecht hiezu zerteilt. Das Element der Horizontalprojection ΔO ist nun gleich: $\Delta s . \Delta \sigma$. Die Summe: $\Sigma \Delta s \Delta \sigma \operatorname{tg} \alpha$ kann dann so gebildet werden, dass man zunächst Teilsummen für die Rechtecke eines Streifens bildet und hierauf diese zu einer Gesammtsumme vereinigt. Bedenkt man, dass bei gehöriger Kleinheit der Einteilung schliesslich $\Delta \sigma \operatorname{tg} \alpha = \Delta z$ wird, so ergibt sich die Teilsumme für einen Isohypsenstreifen:

$$\Sigma' \Delta s \Delta \sigma \operatorname{tg} \alpha = \Sigma' \Delta s \Delta z$$

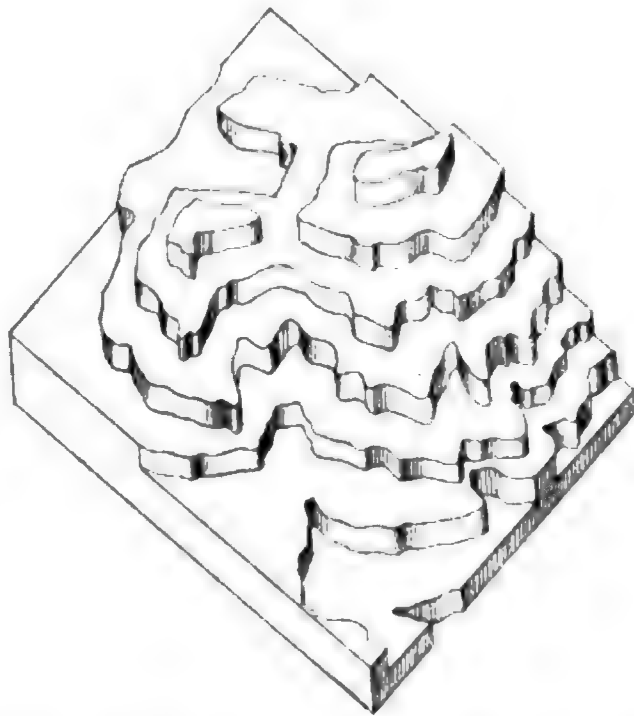
und bei Voraussetzung konstanter Aequidistanz Δz:

$$\Sigma' \Delta s \Delta z = \Delta z \Sigma' \Delta s,$$

d. h. gleich einem bandförmigen Streifen von der Länge s der Isohypse und der Breite der Aequidistanz Δz.

Alle diese bandförmigen Streifen kommen wirklich zur Erscheinung, wenn man sich die Fläche durch ein an den Isohypsen abgetrepptes Gerippe ersetzt denkt (siehe Figur 4), genau in der Art, wie man beim Modellieren des Terrains nach der Isohypsenkarte thatsächlich vorgeht. Es sind dies nämlich die vertikalen Flächen der Stufen des Treppenmodelles, deren horizontale Flächen durch die Streifen zwischen zwei Nachbarisohypsen gegeben sind. Letztere Streifen repräsentieren die Teilsummen $\Sigma' \Delta O$ und ihre Gesammtheit ist gegeben durch das Areal der Horizontalprojection der ganzen topographischen Fläche. Wir können nun folgenden Satz aussprechen:

Fig. 4.



Die Tangente des mittleren Böschungswinkels ist dargestellt durch das Verhältnis der Summe der vertikalen Flächen zur Summe der horizontalen Flächen der Stufen eines Treppenmodelles der topographischen Fläche.

Der mittlere Böschungswinkel A wird demnach aus folgender Formel berechnet:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\text{Aequidistanz} \times \text{Summe der Isohypsenlängen}}{\text{Fläche der Horizontalprojection.}}$$

Praktisch gestaltet sich die Aufsuchung des mittleren Böschungswinkels höchst einfach: Nachdem man das betreffende Gebiet auf der Karte umgrenzt hat, misst man mittels des Planimeters die Grösse der Horizontalprojection. Dieselbe sei O Quadratcentimeter. Dann bestimmt man mittels des Messrädchens[1]) die Gesammt-Länge P aller Isohypsen innerhalb der Umgrenzung in Centimetern ausgedrückt. Multipliciert man letztere mit der ebenfalls in Centimetern ausgedrückten, auf den Massstab der Karte reducierten Aequidistanz und dividiert man das Produkt durch O, so hat man die Tangente des gesuchten Winkels.

Falls man die Ausmessung aller Isohypsen scheut und sich mit geringerer Genauigkeit zufrieden gibt, kann man folgendes Verfahren anwenden, das dem von Herrn Professor Penck für die Cubatur der topographischen Flächen benützten analog ist.[2]) Man stelle die Abhängigkeit der Länge s der einzelnen Isohypsen von ihrer Höhe z durch eine Curve in rechtwinkeligen Coordinaten dar. Dann wird der Flächeninhalt zwischen dieser „klinographischen Curve", der Höhen(Z)axe und den zur grössten und kleinsten Höhe gehörigen Endordinaten die Summe $\Sigma s \cdot \Delta z$, d. h. gleich dem Zähler des Bruches, der die Tangente des mittleren Böschungswinkels gibt. Um die Curve, die im Allgemeinen stetig verlaufen wird, zu zeichnen, sind je nach der gewünschten Genauigkeit eine grössere oder geringere Anzahl von Punkten nötig, die durch Ausmessung einzelner Isohypsen erhalten werden können. Es ist indess wohl zu beachten, dass die klinographische Curve, so oft die Variable z eine Gipfel-

1) Ein weit praktischeres Instrument zum Messen von Curven ist in jüngster Zeit von E. Fleischhauer in Gotha konstruiert worden, welches bei L. Tesdorpf in Stuttgart ausgeführt wird (D. R.-P. Nr. 45727).

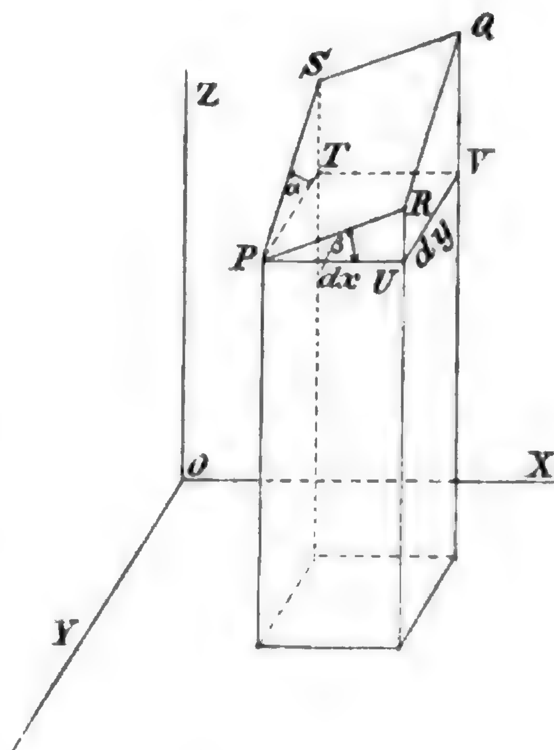
2) Vergl. Heiderich: Die mittlere Höhe Afrikas. Peterm. Mitteilungen. Bd. 34. 1888. Gleichzeitig ist diese „graphische Cubatur" von L. Neumann.

oder Sattelhöhe passiert, eine Knickung besizt, auch wenn die Fläche völlig stetig verläuft. Diese später nachzuweisende Eigentümlichkeit hat allerdings auf die Ermittelung des Flächeninhaltes und damit der mittleren Böschung so lange wenig Einfluss, als die Kuppen und Sättel klein im Vergleich zu dem übrigen Teil sind.[1])

2.

Um die im vorigen Abschnitte zur Sprache gebrachten Methoden eingehender zu begründen, müssen wir uns der Hilfmittel der analytischen Geometrie bedienen. Wir denken uns die Ebene des Kartenblattes als XY-Ebene eines rechtwinkeligen Coordinatensystems, dessen Z-axe daher die Richtung des Lotes hat. Die auf den Massstab der Karte reducierte Meereshöhe z eines jeden, durch die Coordinaten x und y dargestellten Punktes der Karte denken wir uns durch den Wert einer eindeutigen und stetigen Function $z = f(x\,y)$ dieser Coordinaten ausgedrückt und nennen diese Beziehung die Gleichung der topographischen Fläche. Setzen wir in derselben z gleich einem konstanten Wert h, so gibt $h = f(x\,y)$ den Zusammenhang zwischen den Coordi-

Fig. 5.



[1]) Aehnliche, bisher noch nicht bemerkte Eigentümlichkeiten kommen auch der „hypsographischen“ Curve Penck-Neumann's zu, deren Einfluss auf die Volumbestimmung indess verhältnismässig noch geringer ist.

naten x und y der Punkte von der Meereshöhe h oder die Gleichung der Isohypse h. Geht man von einem Punkt P der Fläche zu einem nächstbenachbarten Q über, so besteht zwischen den Aenderungen dx, dy, dz der 3 Coordinaten die Differentialgleichung:

$$dz = p\,dx + q\,dy \tag{4}$$

Die Grössen p und q sind hiebei die verhältnismässigen Aenderungen von z bei alleiniger Aenderung von x resp. y oder die partiellen Differentialquotienten $\frac{\partial f(xy)}{\partial x}, \frac{\partial f(xy)}{\partial y}$.

Geometrisch werden sie repräsentiert durch die Tangenten der Profilwinkel β und γ im Punkte P der Fläche und in der Richtung der X bez. der Yaxe, also:

$$p = \frac{RU}{PU} = \frac{\partial z}{\partial x} = \operatorname{tg}\beta \quad , \quad q = \frac{ST}{PT} = \frac{\partial z}{\partial y} = \operatorname{tg}\gamma \tag{5}$$

Der Böschungswinkel α im Punkte P, d. h. der Neigungswinkel der Tangentialebene gegen die XY-Ebene ist durch eine der drei Gleichungen gegeben:

$$\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{p^2+q^2+1}}, \sin\alpha = \frac{\sqrt{p^2+q^2}}{\sqrt{p^2+q^2+1}}, \operatorname{tg}\alpha = \sqrt{p^2+q^2} \tag{6}$$

Für die Richtung der Tangente an die Isohypse (Streichrichtung des Hanges) gilt die Beziehung:

$$p\,dx + q\,dy = o$$

Für die Richtung der Normalen zur Isohypse (Fallrichtung):

$$q\,dx - p\,dy = o$$

Bezeichnet man mit $d\sigma$ den kürzesten in der Fallrichtung gemessenen Horizontalabstand zweier Isohypsen vom Vertikalabstand dz, so ergibt sich:

$$d\sigma^2 = dx^2 + dy^2$$

wobei, da es sich um Punkte auf der Fläche handelt:

$$dz = p\,dx + q\,dy$$

und wegen der Lage des Abstandes in der Fallrichtung:

$$o = q\,dx - q\,dy$$

ist. Durch Elimination von dy und dz folgt:

$$\frac{dz}{d\sigma} = \sqrt{p^2 + q^2} = \operatorname{tg} \alpha\,. \qquad 7)$$

Den mittleren Böschungswinkel A durch folgenden Grenzwert definiert:

$\operatorname{tg} A = \lim \frac{\Sigma \Delta O \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \Delta O}\cdot$, wobei die Elemente Horizontalprojection schliesslich beliebig klein werden sollen und die Summen sich über das abgegrenzte Gebiet der Karte (XY-Ebene erstrecken. Dieser Grenzwert ist unabhängig von der Art der Einteilung der XY-Ebene in Elemente ΔO und, wenn wir zunächst eine Einteilung durch Linien parallel zu den Coordinatenaxen annehmen, so können wir ihn folgendermassen als Integralquotient schreiben:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 dx\,dy \operatorname{tg} \alpha}{\int\int^0 dx\,dy}\,. \qquad 8)$$

Die Grenzen der Integrale sind hiebei durch die Curven gegeben, welche das zu untersuchende Gebiet auf der Karte umschliessen:

Ersetzen wir $\operatorname{tg} \alpha$ durch den oben ermittelten Wert, so folgt:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 dx\,dy \sqrt{p^2 + q^2}}{\int\int^0 dx\,dy} \qquad 9)$$

Die Transformation des Doppelintegrales Q im Zähler auf ein neues, krummliniges Coordinatensystem, in welchem die Gesammtheit der Isohypsen die eine Curvenschar bildet, wird uns zu einem strengen Beweise für den im vorigen Abschnitt geometrisch hergeleiteten Wert des Zählers verhelfen. Wir denken uns zuerst die Gleichung

$z = f(xy)$ durch Einführung einer neuen Variablen ξ in zwei $x = \varphi(z, \xi)$, $y = \psi(z, \xi)$ zerspalten, aus denen die ursprüngliche durch Elimination von ξ hervorgehen muss. Die Zuwächse der Variabeln beim Uebergang von einem Punkt der Fläche zu einem nächstbenachbarten müssen nun den Gleichungen:

$$dx = \frac{\partial\varphi}{\partial z} dz + \frac{\partial\varphi}{\partial\xi} d\xi$$

$$dy = \frac{\partial\psi}{\partial z} dz + \frac{\partial\psi}{\partial\xi} d\xi \text{ genügen.}$$

Eliminiert man hieraus $d\xi$, so ergibt sich:

$$dz = \frac{\frac{\partial\psi}{\partial\xi}}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial\xi} - \frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}} dx - \frac{\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi} - \frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial\xi}} dy \qquad 10)$$

Aus dem Vergleiche dieser Differentialgleichung der Fläche $z = f(xy)$ mit der ursprünglichen:

$dz = p\,dx - q\,dy$ schliessen wir:

$$p = \frac{\frac{\partial\psi}{\partial\xi}}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial\xi} - \frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}}, \quad q = -\frac{\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial\xi} - \frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}} \qquad 11)$$

Bei der Transformation des Integrales Q aus dem System der x, y in das der z, ξ geht das Flächenelement:

$dx\,dy$ in $dz\,d\xi\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial\xi} - \frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}\right)$ über und das transformierte Doppelintegral wird nach einigen Reductionen folgendes:

$$Q = \int\int^0 dz\,d\xi \sqrt{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)^2} \qquad 12)$$

Wir können nun die Grösse des Linienelementes ds der Horizontalcurve, für welche $dz = o$ ist durch $d\xi$ ausdrücken und erhalten hiefür:

$$ds^2 = (dx^2 + dy^2)_{dz=0} = \left(\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial\varepsilon}\right)^2\right) d\,\varepsilon^2$$

$$\text{oder } ds = \mathrm{d}\,\varepsilon \sqrt{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{\partial\psi}{\partial\varepsilon}\right)^2} \qquad 13)$$

Substituiert man diesen Wert in den Ausdruck für Q, so ergibt sich:

$$Q = \int\int^0 dz\,ds = \int dz \int ds \qquad 14)$$

Hiebei ist zu beachten, dass sich $\int ds$ auf $\mathrm{d}z = o$, d. h. eine bestimmte Isohypse bezieht und nichts anderes als die Gesammtlänge s derselben innerhalb des abgegrenzten Bereiches O bedeutet. Berücksichtigen wir ferner den Umstand, dass die Karte die Isohypsen in gleichen Vertikalabständen dz gibt, so sehen wir das $Q = \int dz \int ds = \int s\,dz$ thatsächlich als Grenzwert des Produktes der Summe der Isohypsenlänge mit der Aequidistanz aufgefasst werden kann, zu welchem Resultat wir auch auf geometrischem Wege gekommen sind.

Was nun die Auswertung des Grenzwertes $Q = \int s\,dz$ betrifft, so ist bereits gesagt worden, dass sie auf planimetrischem Wege durch Ausmittelung des Flächeninhaltes zwischen der klinographischen Curve $s = \pi(z)$, welche die Abhängigkeit der Isohypsenlänge s von der Höhle z in einem rechtwinkligen SZ-Coordinatensysteme darstellt, der Z-axe und den Endordinaten s_1 und s_2, die zur kleinsten und grössten Höhe z_1 resp. z_2 gehören, geschehen kann.

Dabei wurde auch auf die Eigentümlichkeiten hingewiesen, welche die klinographische Curve für den Fall, dass die Z-Coordinate einer Gipfel- oder Sattelhöhe gleich ist, besitzt und welche bei der Zeichnung derselben aus einzelnen

Punkten berücksichtigt werden sollen, da sie unter Umständen die Auswertung von Q beeinflussen können.

Diese Eigentümlichkeiten lassen sich auf folgende Weise bestimmen. Es sei die Gleichung[1]) der topographischen Fläche in der Nähe des als flache Kuppe vorausgesetzten Gipfels von der Höhe z_0: $z_0 - Z = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b}$. 15)

Schaltet man nun in der Nähe des Gipfels alle Isohypsen innerhalb derjenigen geschlossenen, welche der Höhe $z = z_1$ zugehört, aus, so wird sich die Länge der übrig bleibenden Teile der Isohypsen als Function von z: $s_1 = \pi_1(z)$ zwischen z_1 und z_0 und darüber hinaus bis gegen die nächste Gipfel- oder Sattelhöhe hin regulär verhalten und die Gesammtheit der Isohypsenlänge kann durch folgenden Ausdruck gegeben werden:

$$s = \pi_1(z) + \lambda \cdot U_1 \frac{\sqrt{z_0 - z}}{\sqrt{z_0 - z_1}} \qquad 16)$$

Hiebei bedeutet $\pi_1(z)$ eine stetige Function mit Differentialquotienten für $z = z_0$. Im zweiten Summand, der von den ausgeschalteten Isohypsenteilen herrührt, bezeichnet U_1 den Umfang der Ellipse $\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} = z_0 - z_1$, $U_1 \frac{\sqrt{z_0 - z}}{\sqrt{z_0 - z_1}}$ dem-

1) In der Theorie der Flächenkrümmung beweist man, dass jede Fläche in der Umgebung nicht singulärer Punkte (als welche gewöhnliche Kuppen und Sättel zu gelten haben) genähert durch eine Gleichung $z_0 - z = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b}$ oder $z - z_0 = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$ dargestellt werden kann, je nachdem dieselbe in dem Punkte nach allen Richtungen erhaben (wie beim Gipfel) oder zum Teil erhaben zum Teil hohl gekrümmt ist (wie beim Sattel). Ursprung des Coordinatensystems ist dabei der betrachtete Punkt, Z-Axe die Flächennormale, die bei Gipfeln und Sätteln mit dem Lote identisch ist.

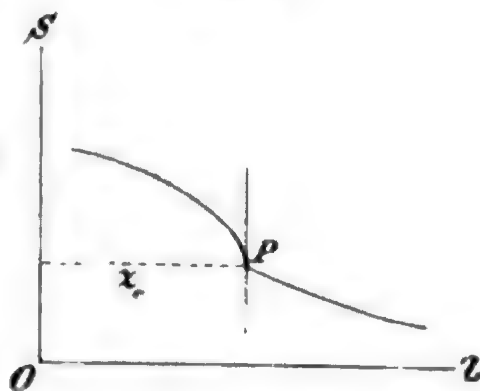
nach den Umfang der ähnlichen Ellipse $\frac{x^2}{a}+\frac{y^2}{b}=z_0-z$. λ möge eine solche Function von z sein, die für $z<z_0$ gleich 1 für $z>z_0$ gleich o wird, entsprechend dem Verschwinden der geschlossenen Isohypsen über dem Gipfel $z=z_0$. Dieser Sprung in der Function λ alteriert die Stetigkeit von s nicht, da für die Sprungstelle der Faktor von λ verschwindet, wohl aber die Stetigkeit des Differentialquotienten

$$\frac{ds}{dz}=\pi_1'(z)-\frac{\lambda U_1}{2\sqrt{z_0-z}\sqrt{z_0-z_1}} \qquad 17)$$

der für $z=z_0$ von ∞ auf $\pi_1'(z_0)$ herabsinkt.

Die klinographische Curve hat demnach für jede Gipfelhöhe $z=z_0$ eine Knickung, deren eine Tangente vertikal steht.[1]) Um den Einfluss auf den Zähler $Q=\int s\,dz$ zu bestimmen, berechnen wir den Werth des Integrales $\int s\,dz$ für die ausgeschalteten Teile in der Nähe des Gipfels. Er ergibt sich zu:

Fig. 6.



$$Q_1=\int_{z_1}^{z_0} U_1\frac{\sqrt{z_0-z}}{\sqrt{z_0-z_1}}\,dz=\frac{2U_1}{3}(z_0-z_1) \qquad 18)$$

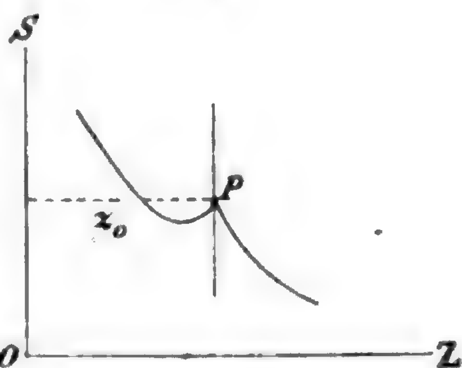
Dieser Wert gibt uns den Betrag des Fehlers in Q der durch die Vernachlässigung der über der letzten geschlossenen Isohypse sich erhebenden, die nächsthöhere Stufe nicht mehr erreichenden Kuppe entsteht. Derselbe ist gleich zwei

1) Wir denken uns dabei die Z-axe horizontal, die S-axe vertikal.

Dritteilen von dem Product aus dem Umfang jener Isohypse und der Erhebung des Kuppenscheitels über derselben.

In ähnlicher, wenn auch mehr Rechnung verursachender Weise kann man den Einfluss eines Sattels von der Höhe z_0, der durch die Gleichung $z_0 - z = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$ dargestellt wird, auf den Verlauf der klinographischen Curve und den Wert des Integrales Q studieren. Es ergibt sich hiebei, wie hier nur historisch angeführt werden soll, dass die klinographische Curve für jeden Sattelpunkt eine Spitze mit vertikaler Tangente erhält.

Fig. 7.



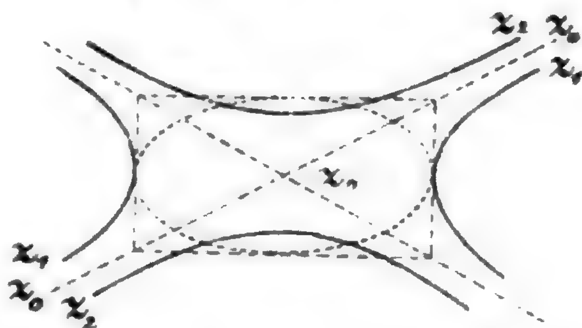
Denken wir uns den durch die Gleichung $z_0 - z = \frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b}$ näherungsweise definierten Sattel durch einen elliptischen Cylinder von der Gleichung: $z_0 - z_1 = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b}$ begrenzt, so sieht man aus der Formel $\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{p^2 + q^2}$ leicht ein, dass die beiden Flächen:

$$\frac{x^2}{a} - \frac{y^2}{b} = z_0 - z \text{ und}$$

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} = z_0 - z,$$ welche Kuppe und Sattel repräsentieren, innerhalb ihrer Umgrenzung in Punkten von übereinstimmenden x und y auch gleiche Böschungswinkel besitzen und demnach auch um gleiche Beträge das Integral Q alterieren. Zu einem durch die benachbarten Isohypsen z_1, z_2 gegebenen Sattel findet man die zur Ausschaltung der Isohypsen dienende und zur Berechnung des Einflusses nötige Ellipse folgendermassen:

Nachdem man sich über den Verlauf der Isohypse z_0 im Sattelpunkt selbst orientiert hat, konstruiert man ein Rechteck, dessen Ecken in den Tangenten an die Isohypse z_0 des Sattelpunktes liegen

Fig. 8.



und dessen Seiten die beiden Teile einer Nachbarisohypse, z. B. z_1 berühren. Die diesem Rechteck symmetrisch eingeschriebene Ellipse gibt dann die verlangte Abtrennung, aus derem Umfang U_1 und dem positiv genommenen Höhenunterschiede $z_0 - z_1$ sich der Einfluss der innerhalb der Ellipse gelegenen Teile des Sattels auf den Wert von Q nach der Formel 18

$$Q_1 = \tfrac{2}{3} U_1 (z_0 - z_1) \text{ berechnen lässt.}$$

II. Teil.

Grundlage orometrischer Mittelbildungen; Vergleich von Tangenten-, Sekanten- und Winkelmittel der Böschungswinkel.

1.

Man wird den Begriff des Mittels nicht weiter fassen dürfen, als es in folgender, den Mathematikern geläufigen Definition geschieht: Ein Mittel aus einer discreten oder continuierlichen Menge von Einzelwerten ist ein solcher Wert, der gleichzeitig grösser als der kleinste und kleiner als der grösste Einzelwert jener Menge ist. Diese Definition scheint selbstverständlich und trotzdem trifft sie für das Resultat der in bisherigen Arbeiten vorgeschlagenen orometrischen Mittelbildungen nicht immer zu, wie später an einigen Beispielen gezeigt werden soll. Der Grund hievon liegt in der willkürlichen Art und Weise, auf der man zu

Mitteln zu gelangen sucht. Der Anschaulichkeit zu liebe wird nämlich irgend eine von wenigen Constanten abhängige „Idealfigur" (Prisma, Kegel), die mit dem zu untersuchenden Terraingebilde mehr oder weniger Aehnlichkeit besitzt, zu grunde gelegt und deren Dimensionen durch Vergleichung mit gewissen, ihnen ungefähr entsprechenden Abmessungen des Terrains bestimmt. Der so bestimmten Idealfigur werden nun neue, aus den Constanten infolgedessen zu berechnende Grössen entnommen und diese als Mittel für die entsprechenden Grössen des Terraingebildes proclamiert, häufig ohne Rücksicht darauf, ob die zur Vergleichung herangezogenen Abmessungen des Terraingebildes mit den Grössen, aus welchen das Mittel gezogen werden soll, in übersehbarem Zusammenhang stehen oder nicht.

So hatte bekanntlich Sonklar das Volumen und daraus die mittlere Höhe eines Kammgebirges dadurch ermitteln wollen, dass er (abgesehen vom sogenannten Sockel) die Gesammtheit der Kämme mit einem liegenden, dreiseitigen, gleichschenkligen Prisma verglich, dessen Länge gleich der Gesammtlänge aller Kämme, dessen Höhe gleich der sogenannten relativen mittleren Kammhöhe, dessen Basiswinkel gleich dem mittleren Abfallswinkel der Kammgehänge gesetzt wurde und dessen Volumen er schliesslich als Kammvolumen zur Berechnung der mittleren Höhe benützte. Herr Professor L. Neumann[1]) hat mit Andern die Unzuverlässigkeit des Verfahrens für die Volumbestimmung konstatiert, aber in enger Anlehnung an die Sonklar'sche Idealfigur dieselbe Formel, welche das Volumen des Prismas mit der Länge, der Höhe und dem Basiswinkel in Beziehung setzt, zur Berechnung eines mittleren Abfallswinkels der Kammgehänge (Basiswinkel des Prismas) aus dem nach Höhenschichten gerechneten Volumen des Gebirges benützt, in der

1) Orometrie des Schwarzwaldes, Seite 227. Wien 1886.

Hoffnung wenigstens vergleichbare Werte für die einzelnen Teile des Gebirges zu erhalten. In einer späteren Publikation[1]) hat derselbe Autor nicht weniger als 10 Methoden zur Berechnung des mittleren Neigungswinkels angegeben, worunter je vier auf der Idealfigur des Kegels und des dreiseitigen Prismas beruhen, die beiden übrigen aber arithmetische Mittel aus Profilwinkeln geben, deren näherungsweise Gleichstellung mit dem Neigungswinkel der Gehänge auch nur unter Voraussetzung angenäherter Prismengestalt des Terrains gerechtfertigt erscheint. Sechs von diesen Methoden werden von dem Autor selbst verworfen, da sie aus verschiedenen Gründen augenscheinlich zu kleine oder zu grosse Werte liefern. Unter den übrigen vier Methoden befindet sich eine, welche darum merkwürdig ist, weil sie leicht ersehen lässt, dass der von ihr gelieferte Mittel-Wert in manchen Fällen thatsächlich kleiner als der kleinste Böchungswinkel des betreffenden Terrains ist. Die Methode besteht darin, dass zunächst die Mittel aus den Böschungswinkeln der einzelnen Isohypsenstreifen genommen werden, welche dann zu einem Gesammtmittel zu vereinigen sind. Ein Mittel aus den Böschungswinkeln eines Isohypsenstreifens wird dadurch gebildet, dass für jede von den Horizonten zweier benachbarter Isohypsen aus dem Terrain ausgeschnittene Scheibe ein Kegelstumpf von gleichem Areal der Endflächen, gleicher Höhe und somit auch gleichem Volumen substituiert wird, dessen Mantellinien mit den Endflächen den gesuchten mittleren Böschungswinkel einschliessen sollen. Bezeichnet nun a den Unterschied der Areale der Grenzisohypsen, b den Umfang einer derselben, c den Umfang des Kreises, der mit dieser gleiches Areal hat und d die Aequidistanz, dann ist

1) Orometrische Studien im Anschluss an die Untersuchung des Kaiserstuhlgebirges. S. 376. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. 1889.

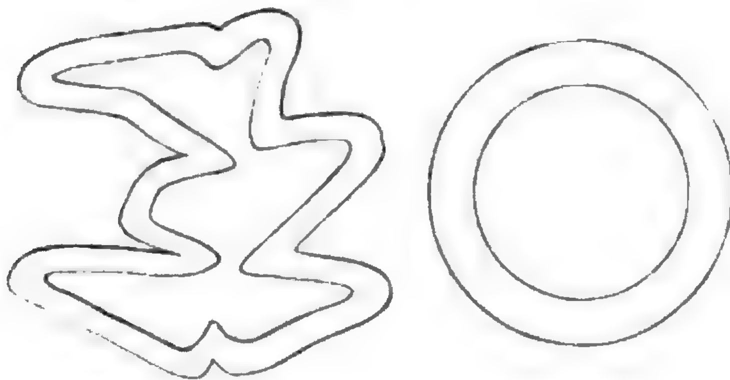
der Neigungswinkel φ_0 der Mantellinien jenes Kegels durch folgende Formel gegeben:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{d \cdot c}{a}$$

Die Grösse a ist jedenfalls kleiner als $b \cdot e$, wenn e die zur kleinsten Neigung im Streifen gehörige Horizontaldistanz der Isohypsen bezeichnet, ferner ist b jedenfalls grösser als c, da der Kreis bei gleichem Inhalt den kleinsten Umfang hat. Damit also das „Mittel“: $\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{dc}{a}$ grösser als die kleinste Böschung: $\operatorname{tg} \varphi = \frac{d}{e}$ sei, muss $\frac{a}{c}$ kleiner als e oder e grösser als $\frac{a}{c}$ sein. Da aber e nur an die Bedingung gebunden ist, grösser zu sein als die, wegen b grösser als c, kleinere Zahl $\frac{a}{b}$, so ist kein Grund vorhanden, warum $\operatorname{tg} \varphi_0$ grösser als $\operatorname{tg} \varphi$, mithin φ_0 grösser als φ sein soll. Im Gegenteil lassen sich Fälle genug angeben, in welchem dies nicht zutrifft. Ein besonders lehrreicher ist der Fall einer Fläche gleicher Böschung. Hier haben die Isohypsen überall gleichen Horizontalabstand und es wäre wohl zu erwarten, dass die allen Punkten gemeinsame Böschung auch in dem sogenannten Mittel herauskäme. Ein Blick auf die Figur 9, worin zwei solche parallele Nachbarisohypsen mit den hiefür substituierten koncentrischen Kreisen von gleichem Areal (den Endflächen des Kegelstumpfes) gegenübergestellt sind, wird mehr als viele Worte die Unmöglichkeit hievon klar machen. Es ist eben in Betracht zu ziehen, dass der Kreis bei gegebenem Inhalt den kleinsten Umfang hat, eine Isohypse von gleichem Inhalt dagegen einen beliebig grossen, mit der Compliciertheit des Terrains stets wachsenden Umfang haben kann. Wenn aber die Teilmittel aus den Isohypsenstreifen schon unter den kleinsten Einzel-

wert herabsinken, besteht keinerlei Garantie dafür, dass dies nicht auch beim Gesammtmittel der Fall sei und speciell bei Flächen gleicher Böschung (den geraden Kegel ausgenommen) wird es immer so sein. Was von dieser Methode nachgewiesen wurde, gilt mehr oder minder von allen zehn bei Neumann angegebenen; namentlich liefern sie im Falle eines durchwegs gleichförmig geböschten Terrains in der Regel **nicht** den hier einzig vorkommenden Böschungswinkel als Mittel, sondern, soweit wir uns überzeugt haben, einen zu **kleinen** Wert. Da dieselben mithin schon in diesem — in gewissem Sinne — allein kontrolierbaren Falle im Stiche lassen, dürfte ihre Unbrauchbarkeit erwiesen sein.

Fig. 9.



Um den vielen Unzukömmlichkeiten, die den bisherigen Methoden, Mittel zu bilden, anhaften, zu entgehen, müssen wir vor allem mit dem Principe der Idealfigur brechen. Wir müssen vielmehr jedem Einzelwert einen ganz bestimmt definierten Einfluss auf den Mittelwert gönnen und je nach der Art dieses Einflusses haben wir dann den resultierenden Mittelwert zu beurteilen und weiter zu verwenden.

Dieser Forderung scheint uns einfach und allgemein genug die Methode gerecht zu werden, welche wir im I. Teil zur Bildung des mittleren Böschungswinkels benützt haben. Indem wir dieselbe ihrer speciellen Anwendung entkleiden, formulieren wir sie folgendermassen: **Um zu einem be-**

stimmt definierten Mittelwerte aus einer discreten oder kontinuierlichen Reihe von Einzelwerten a: a_1, a_2, a_3, ... zu gelangen, wähle man eine eindeutige Function $\varphi(a)$ dieser Werte, welche nur der Einschränkung unterliegen soll, dass sie im Bereiche der a mit wachsenden Werten a entweder stets zu- oder stets abnimmt, bilde dann aus den Funktionswerten $\varphi(a)$: $\varphi(a_1)$, $\varphi(a_2)$, $\varphi(a_3)$, ... unter Zugrundelegung irgend welcher positiver Gewichte p: p_1, p_2, p_3 ... das arithmetische Mittel nach der Formel: $\frac{\Sigma p \cdot \varphi(a)}{\Sigma p}$ und suche schliesslich denjenigen Wert a_0, für welchen $\varphi(a_0)$ gleich dem arithmetischen Mittel $\frac{\Sigma p \cdot \varphi(a)}{\Sigma p}$ ist. Diesen Wert a_0 nennen wir den unter Zugrundelegung der Funktion φ und der Gewichte p gebildeten **rationellen** Mittelwert der Grössen a. Ein ganz specieller Fall tritt dann ein, wenn an Stelle der Funktion φ die Identität gesetzt wird und die Gewichte einander gleich gewählt werden, dann führt nämlich bei einer diskreten Menge das Verfahren auf das gemeine arithmetische Mittel.

Wir gewinnen durch Annahme der so formulierten Methode folgende Vorteile:

1) Jeder hiedurch erzielte Mittelwert ist stets grösser als der kleinste und kleiner als der grösste der Einzelwerte. Im Uebrigen kann bei entsprechender Wahl der Function φ und der Gewichte jeder zwischen den Extremen liegende Wert als Mittelwert erhalten werden.

2) Die Veränderung, die ein bestimmter Mittelwert bei gegebenen Aenderuugen der Einzelwerte erleidet, lässt sich (ohne Neurechnung des Mittelwertes) exact bestimmen, nicht nur schätzen.

3) Sind für 2 Reihen von Einzelwerten $a_1, a_2, a_3 \ldots$ $b_1, b_2, b_3 \ldots$ die (gleichgebildeten) Mittelwerte M_a M_b bekannt, so kann man den gleichgebildeten Mittelwert $M_{a\,b}$ für beide Reihen zusammen durch einfaches Mittelziehen aus M_a und M_b unter Berücksichtigung der Gewichte genau ebenso erhalten, wie wenn man das Verfahren auf die Summe der beiden Reihen angewendet hätte. Es ist nämlich:

$$M_{a\,b} = \frac{\Sigma(p_a\,\varphi(a) + p_b\,\varphi(b))}{\Sigma(p_a + p_b)} = \frac{M_a \cdot \Sigma p_a + M_b\,\Sigma p_b}{\Sigma p_a + \Sigma p_b} \qquad 19)$$

Dieser associative Charakter unserer Mittelbildungen ist für die Möglichkeit, grosse Gebiete durch Arbeitsteilung zu bewältigen, von ausschlaggebendem Wert.

4) Die Methode liefert bei richtiger Annahme der Funktion φ und der Gewichte p für eine Anzahl der wichtigsten orometrischen Mittelwerte die bisher üblichen Zahlen; so z. B. für die mittlere Höhe des Gebirges, mittlere Kammhöhe, mittlere Neigung eines Profils, mittlere Thalhöhe und Thalneigung und natürlich für alle Mittel aus discreten Mengen, wie Gipfel- und Sattelhöhen.

Wenn man sich zur Annahme dieser Art von Mittelbildung entschliesst, wird man natürlich solange weder von einem wahren Mittelwerte, noch von einer oberen oder unteren Grenze desselben reden können — es sei denn, man verstünde darunter die Extreme der Einzelwerte — als man nicht eine bestimmte Funktion und bestimmte Gewichte als massgebend für die Bestimmung desselben angegeben hat. Meist wird, wie in dem uns speciell beschäftigenden Falle des mittleren Böschungswinkels, die Wahl der Gewichte nicht zweifelhaft sein, umsomehr, als ihr Einfluss durch die Wahl der Funktion zum Teil kompensiert werden kann; es werden sich daher verschiedene Mittelbildungen in der Regel nur durch die Funktion unterscheiden, die dabei benützt wurde. So haben wir uns bei Bildung des mittleren Böschungs-

winkels der Tangente dieses Winkels bedient, während z. B. das Verfahren von Herrn Kurowski, nach welchem derselbe die Neigung der Oetzthaler Gletscher ermittelt, auch als rationelle Mittelbildung in unserm Sinne gedeutet werden kann, wobei indessen an Stelle der Tangente des Böschungswinkels die Sekante tritt. Herr Kurowski hat nämlich das Gebiet auf der Karte in kleine Bezirke $\varDelta O$ geteilt, in jedem den Böschungswinkel α aufgesucht und das Mittel A' nach der Formel $\frac{\Sigma \varDelta O \sec \alpha}{\Sigma \varDelta O} = \sec A'$ gerechnet. Wie man beim Vergleich mit unserer Formel $\frac{\Sigma \varDelta O \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma \varDelta O} = \operatorname{tg} A$ sieht, sind die Gewichte $\varDelta O$ für beide Mittel des Böschungswinkels, die wir als Tangenten- und Sekantenmittel unterscheiden wollen, dieselben, der Unterschied liegt ausschliesslich in den Funktionen. Infolge der Verschiedenheit derselben hat z. B. von zwei gleich grossen Parzellen mit den Böschungswinkeln 5° und 10° die zweite auf das Tangentenmittel circa doppelt so grossen Einfluss als die erste, während auf das Sekantenmittel beide fast gleich wirken. Es können demnach auch Tangenten- und Sekantenmittel des Böschungswinkels einander nicht gleich sein, sie stehen jedoch in gesetzmässigem und übersehbarem Zusammenhange und wir können das eine aus dem andern berechnen. Dieser Umstand ist aber desshalb wichtig, weil das Tangentenmittel, wie wir gezeigt haben, eine leichte und genaue Auswertung auf der Isohypsenkarte erlaubt, während das Sekantenmittel nur durch weit umständlichere Manipulationen gefunden werden kann.

2.

Unter den Mitteln, welche mit bestimmten Gewichten aber verschiedenen Funktionen gebildet werden können, zeichnet sich eines durch Einfachheit der Definition besonders

aus, nämlich dasjenige, bei welchem an Stelle der Funktion das Argument gesetzt wird. Dieses Mittel, welches wir in dem speciellen Falle des Böschungswinkels als Winkelmittel im Gegensatze zu dem Tangentenmittel und Sekantenmittel bezeichnen wollen, ist durch folgende Formel

$$A_0 = \frac{\Sigma \Delta O \cdot \alpha}{\Sigma \Delta O}$$

gegeben, oder, wenn wir gleich auf die unendlich kleine Einteilung in Rechtecke parallel den Axen des Coordinatensystems zurückgehen, durch:

$$A_0 = \frac{\int\int^0 \alpha \cdot dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy} \qquad 20)$$

Mit diesem Winkelmittel sollen nun Tangenten- und Sekantenmittel verglichen werden, welche in nachstehenden Formeln definiert sind:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 \operatorname{tg} \alpha\, dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy} \qquad \sec A' = \frac{\int\int^0 \sec \alpha\, dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy} \qquad 21)$$

Dazu dient uns ein kürzlich von Herrn Professor Hölder[1]) bewiesener Satz, der also lautet:

„Bedeutet $\varphi(\alpha)$ eine Funktion einer reellen Veränderlichen α mit zunehmenden (abnehmenden) Differentialquotienten, so ist das arithmetische Mittel aus einer beliebigen Zahl von Functionswerten stets grösser (kleiner) als der Funktionswert, welcher dem auf gleiche Weise gebildeten Mittelwert der Argumente entspricht."

---

[1]) Ueber einen Mittelwertssatz v. O. Hölder. Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften an der Universität Göttingen. 1889. Ehe wir Kenntnis von diesem schönen Satz hatten, erledigten wir die Fragen der folgenden Abschnitte durch Reihenentwickelungen.

Werden die zur Mittelbildung aus $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots$ verwendeten Gewichte entsprechend mit $p_1, p_2, p_3 \ldots$ bezeichnet, so drückt sich der Satz in folgender Formel aus:

$$\frac{p_1 \varphi(\alpha_1) + p_2 \varphi(\alpha_2) + p_3 \varphi(\alpha_3) + \ldots}{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots} \gtrless \varphi\left(\frac{p_1 \alpha_1 + p_2 \alpha_2 + p_3 \alpha_3 + \ldots}{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots}\right)$$

oder abgekürzt:

$$\frac{\Sigma p \varphi(\alpha)}{\Sigma p} \gtrless \varphi\left(\frac{\Sigma p \alpha}{\Sigma p}\right)$$

je nachdem die zweite Ableitung der Funktion $\varphi''(\alpha) \gtrless o$ ist.

Hiezu gehört noch das für unsere Zwecke wichtige Corollar: Wenn $\varphi''(\alpha)$ zwischen zwei endlichen Grenzen, der unteren N und der oberen M bleibt, dann kann man die Differenz stets in die folgende Form bringen:

$$\frac{\Sigma p \varphi(\alpha)}{\Sigma p} - \varphi\left(\frac{\Sigma p \alpha}{\Sigma p}\right) = \tfrac{1}{4} \mathfrak{M}(\varphi''\alpha) \frac{\sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu (\alpha_\mu - \alpha_\nu)^2}{(\Sigma p)^2 = \sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu}, \qquad 22)$$

wobei $\mathfrak{M}$ einen Wert zwischen M und N bedeutet.

Bezeichnen wir $\frac{\Sigma p \alpha}{\Sigma p}$ mit $\mathfrak{A}_0$ und $\frac{\Sigma p \varphi(\alpha)}{\Sigma p}$ mit $\varphi(\mathfrak{A})$, nehmen wir ferner an, dass die erste Ableitung $\varphi'(\alpha)$ innerhalb des Intervalles des α sein Zeichen nicht ändert und zwischen zwei endlichen Grenzen m und n bleibt, so können wir nach dem Fundamentalsatz der Differentialrechnung auch schreiben:

$$\frac{\Sigma p \varphi(\alpha)}{\Sigma p} - \varphi\left(\frac{\Sigma p \alpha}{\Sigma p}\right) = \varphi(\mathfrak{A}) - \varphi(\mathfrak{A}_0) = (\mathfrak{A} - \mathfrak{A}_0)\, \mathfrak{m}(\varphi'\alpha),$$

wobei $\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)$ einen Wert zwischen m und n bezeichnet.

Für den Unterschied zwischen dem Argumente des Funktionsmittels und dem Mittel der Argumente ergibt sich demnach folgender Ausdruck:

$$\mathfrak{A} - \mathfrak{A}_0 = \tfrac{1}{4} \frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)} \frac{\sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu (\alpha_\mu - \alpha_\nu)^2}{\sum\limits_{\mu}\sum\limits_{\nu} p_\mu p_\nu} \qquad 23)$$

$\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)$ und $\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)$ haben, wie bereits bemerkt, die Bedeutung von Mittelwerten zwischen den Extremen des zweiten und ersten Differentialquotienten der Funktion. Der Summenquotient aber auf der rechten Seite der Gleichung ist nichts anderes als ein arithmetisches Mittel aus den Differenzquadraten irgend zweier Argumente, gleiche nicht ausgenommen. Man sieht aus dieser Formel alsbald, dass, wenn die Differenzen zwischen den Componenten des Mittels unendlich klein von der ersten Grössenordnung sind, die beiden Mittel sich im Allgemeinen nur um ein Unendlich kleines von der zweiten Grössenordnung unterscheiden, welches gegenüber den Differenzen der Componenten verschwindet; in diesem Falle sind also alle Mittel einander gleich, mit welcher Funktion sie auch gebildet sein mögen. Eine Ausnahme tritt aber immer ein, sobald $\varphi'(\alpha)$ innerhalb des Intervalles der α gleich o wird, dieses also auch möglicherweise mit $\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)$ statthat; in diesem Falle können die Mittel bis zur Differenz der Extreme von einander abweichen.

Der Höldersche Satz und die daran angeschlossenen Betrachtungen lassen eine unmittelbare Anwendung auf die Reduktion des Tangenten- und Sekantenmittels der Böschungswinkel auf das Winkelmittel zu, wenn wir in den Formeln die Gewichte p durch die Flächenelemente $\Delta O = dx\,dy = d\xi\,d\eta$ der Horizontalprojection ersetzen. Da wir es aber durchaus mit Mitteln aus unendlich vielen mit unendlich kleinen Gewichten begabten Elementen zu thun haben, so müssen an die Stelle der Summen Integrale treten:

$$A - A_0 = \frac{1}{4}\,\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)} \cdot \frac{\int\int^0\int\int^0 dx\,dy\cdot d\xi\,d\eta\,(\alpha(xy) - \alpha(\xi\eta))^2}{\left(\int\int^0 dx\,dy\right)^2}$$

$$= \frac{1}{4}\,\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)}\,M(\alpha(xy) - \alpha(\xi\eta))^2 \ldots\ldots \qquad 24)$$

Die Reduktionsgrösse $A - A_0$ ist demnach von zwei wesentlich verschiedenen Dingen abhängig, was in den beiden Faktoren $\frac{\mathfrak{M}(\varphi''\alpha)}{\mathfrak{m}(\varphi'\alpha)}$ und $M(\alpha(xy) - \alpha(\xi\eta))^2$ seinen mathematischen Ausdruck findet. Erstens nämlich von der zur Mittelbildung gewählten Funktion, zweitens aber auch von der Art und Weise, wie die Böschungen auf dem Gebiete verteilt sind und davon, welche Abweichungen die einzelnen Böschungen unter sich aufweisen.

Der Wert von $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ ist massgebend für die Art und Grösse des Unterschiedes zweier mit Zugrundelegung verschiedener Funktionen $\varphi(\alpha)$ gerechneter Mittel gegenüber dem einfachen Winkelmittel bei vorausgesetzter Verteilung der Böschungswinkel α über die Fläche der Horizontalprojection. Der Einfluss dieser Verteilung selbst auf die Grösse des Unterschiedes wird durch den Quotienten M der Integrale ausgedrückt. Derselbe stellt hier das Mittel aus den Quadraten der Differenzen der Böschungswinkel zweier beliebiger Punkte dar, wobei jedes Differenzenquadrat mit einem Gewichte gleich dem Produkte der Flächenelemente der Horizontalprojection beider Componenten der Differenz behaftet erscheint. Zur näherungsweisen Bestimmung vom $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ stehen uns die Extreme von $\varphi''(\alpha)$ und $\varphi'(\alpha)$ zu Gebote, mit Hilfe deren wir $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ in zwei Grenzen einschliessen können. Die Berechnung des Mittels M aus den Quadraten der Böschungsunterschiede nach obiger Formel würde allerdings weit mehr Arbeit erfordern als die Berechnung irgend eines Böschungsmittels überhaupt; in Anbetracht des Umstandes aber, dass die Kenntnis von M uns nur zur Bestimmung von $A - A_0$, was den Charakter eines Correctionsgliedes trägt, dienen soll, können wir uns mit einer Schätzung be-

gnügen, die sich, wie wir sehen werden, innerhalb verhältnismässig enger Grenzen bewegt.

Nehmen wir an, dass die grösste Differenz zweier Böschungswinkel innerhalb des in Betracht kommenden Intervalles gleich D sei, dann kann jenes Mittel M nur dann den Wert $\frac{1}{2} D^2$ erreichen, wenn überhaupt nur zweierlei Böschungen, die um D verschieden sind, vorkommen und sich gleichheitlich in die Fläche der Horizontalprojection teilen. Wenn aber das eine Extrem den weitaus grössten Teil der Fläche, das andere nur den verschwindenden Rest einnimmt, nähert sich M der Null. Sind alle Böschungswinkel gleichheitlich über die Horizontalprojection verteilt, so beträgt das Mittel M der Quadrate ihrer Differenzen $\frac{1}{6} D^2$, in dem Falle, dass die extremen Böschungen breiteren Raum einnehmen mehr, in dem in der Natur regelmässig auftretenden Falle, wo die mittleren Böschungen vorherrschen, weniger. Um hiefür noch nähere Anhaltspunkte zu geben, sei angenommen, dass sich die Areale der sanfteren, der mittleren und der steileren Böschungen, wie $p_1 : p_2 : p_3$ verhalten, dass ferner die sanfteren Böschungen die Maximaldifferenz d_1, die mittleren d_2, die steileren d_3 $(d_1 + d_2 + d_3 = D)$ umfassen und im übrigen gleichmässig auf ihrem Areal verteilt sein mögen. Dann bestimmt sich das Mittel M durch folgenden Ausdruck:

$$M = \frac{1}{6(p_1 + p_2 + p_3)} \Big[p_1^2 d_1^2 + p_2^2 d_2^2 + p_3^2 d_3^2 + \\ + 2 p_1 p_2 (2(d_1^2 + d_2^2) + 3 d_1 d_2) + 2 p_2 p_3 (2(d_2^2 + d_3^2) + 3 d_2 d_3) \\ + 2 p_1 p_3 (2(d_1^2 + d_3^2) + 3 d_1 d_3 + 6 d_2 (d_1 + d_2 + d_3)) \Big] \qquad 25)$$

Dieses vorausgeschickt, betrachten wir die folgende Tabelle der Funktionen $\operatorname{tg} \alpha$, $\sec \alpha$ und ihrer ersten und zweiten Ableitungen.

Aus derselben entnehmen wir, dass die ersten und zweiten Ableitungen beider Funktionen innerhalb des be-

trachteten Intervalles positiv sind und daher Tangenten- wie Sekantenmittel dem Hölderschen Satz zufolge grösser als das Winkelmittel ist.

Tabelle I.

α	0^0	10^0	25^0	45^0
$\operatorname{tg} \alpha$	0,0000	0,1763	0,4663	1,0000
$\frac{d}{d\alpha} \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$	1,0000	1,0311	1,2174	2,0000
$\frac{d^2}{d\alpha^2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$	0,0000	0,3636	1,1354	4,0000
$\sec \alpha$	1,0000	1,0154	1,1034	1,4142
$\frac{d}{d\alpha} \sec \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$	0,0000	0,1790	0,5145	1,4142
$\frac{d^2}{d\alpha^2} \sec \alpha = \frac{1 + \sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha}$	1,0000	1,0952	1,7468	6,0000

Um über den Betrag des Unterschiedes Aufschluss zu erhalten, denken wir uns das Intervall von 0^0 bis 45^0 in 3 Teile: 0^0—10^0, 10^0—25^0, 25^0—45^0 zerlegt und für jeden einzelnen Teil den Vergleich des Tangenten- und Sekantenmittels mit dem Winkelmittel vorgenommen. Das Resultat des Vergleiches ist in folgender Tabelle niedergelegt. Dabei wurde als Mittel M aus den Quadraten der Böschungsunterschiede $\frac{1}{6} D^2$ zu grunde gelegt; der zugehörige Winkelwert ist in der zweiten Zeile der Tabelle angegeben. Aus der Tabelle für die Ableitungen entnehmen wir die oberen und unteren Grenzen für den Quotienten $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m}}$ und berechnen hiemit obere und untere Grenzen für die Differenzen $A - A_0$ und $A' - A_0$ nach der Formel 24. Endlich rechnen wir noch den Wert der Differenz für den bestimmten Fall, dass die Böschungen des Intervalles gleichförmig über die Hori-

zontalprojection verteilt sind, welcher Wert (mit „Medium“ in der Tabelle bezeichnet) sich dann natürlich zwischen den äussersten Grenzen liegend ergeben muss.

Tabelle II.

Intervall		0°—10°	10°—25°	25°—45°
Unterschied der Böschungswinkel.	Grösster	10°	15°	20°
	Mittlerer	4° 5′	6° 7′	8° 10′
Unterschied zwischen Tangenten- und Winkelmittel des Böschungswinkels.	Obere Grenze	0° 2′	0° 11′	0° 57′
	Untere Grenze	0° 0′	0° 3′	0° 10′
	Medium	0° 1′	0° 6′	0° 25′
Unterschied zwischen Sekanten und Winkelmittel des Böschungswinkels.	Obere Grenze	10° 0′	1° 36′	3° 24′
	Untere Grenze	0° 24′	0° 21′	0° 22
	Medium	0° 49′	0° 37′	0° 49

Das Studium dieser Zahlenreihen bestätigt, was nach dem früher Gesagten zu erwarten war, dass sich innerhalb mässiger Intervalle die Abweichungen der verschiedenen Mittel im Allgemeinen in engen Grenzen bewegen, nur beim Sekantenmittel tritt der schon erwähnte Ausnahmefall ein, dass die obere Grenze der Abweichung wegen dem Verschwinden von $\varphi'\alpha$ für $\alpha = o$ bis an den äussersten Wert der Differenz der Böschungswinkel gerückt wird.

III. Teil.

Näherungsverfahren zur Auswertung der wahren Oberfläche.

1.

Im engsten Zusammenhang mit der Theorie des Sekantenmittels der Böschungswinkel steht das neuerdings von Professor Penck in das orometrische Programm aufgenommene

Problem der Ermittelung des wahren Areals der krummen Landoberfläche. Bezeichnen wir nämlich mit $\Delta\omega$ ein Flächenelement jener krummen Oberfläche und mit ΔO das entsprechende der Horizontalprojektion, so findet die Beziehung $\Delta\omega = \frac{\Delta O}{\cos\alpha} = \Delta O \sec\alpha$ statt. Die Summe aller Elemente $\Delta\omega$ gibt das gesuchte krumme Areal und dieses ist also gleich $\Sigma\Delta\omega = \Sigma\Delta O \sec\alpha$. Wird dieselbe durch die Summe der Elemente der Horizontalprojection $\Sigma\Delta O$ dividiert, so ist der Quotient $\frac{\Sigma\Delta O \sec\alpha}{\Sigma\Delta O}$, der den Arealüberschuss der krummen Fläche gegenüber der Horizontalprojection anzeigt, ersichtlich gleich der Sekante des sogenannten Sekantenmittels der Böschungswinkel. Wenn es uns demnach gelingt, auf einfache Weise das Sekantenmittel auszuwerten, so haben wir das in Rede stehende Problem auf die Ermittelung des ebenen Areals der Horizontalprojection zurückgeführt und damit gelöst. Hiezu sind aber die im vorigen Abschnitt entwickelten Methoden zur Reduktion der mittels verschiedener Funktionen gebildeten Mittel der Böschungswinkel auf einfache Winkelmittel und umgekehrt sehr geeignet. Das Tangentenmittel ist, wie im I. Teile ausgeführt wurde, völlig exakt und einfach zu bestimmen; dasselbe kann mit grosser Annäherung (wenigstens innerhalb mässiger Intervalle) auf das Winkelmittel reduciert werden und dieses wiederum lässt sich auf das gewünschte Sekantenmittel umrechnen. Mit der Sekante des letzteren Mittels ist dann das Areal der Horizontalprojection zu multiplicieren, um das Areal der krummen Oberfläche zu erhalten. Die doppelte Umrechnung des Tangentenmittels kann man sich indessen, wie im nächsten Abschnitte genauer erörtert werden soll, sparen, indem man eine direkte Reduktion der Sekante des Tangentenmittels auf die Sekante des Sekantenmittels durchführt, wodurch auch einige Bedenken bezüglich

der Reducierbarkeit des Sekantenmittels kleiner Böschungen auf Winkelmittel beseitigt werden und eine Schätzung der erreichbaren Genauigkeit möglich wird. Indem wir hier zum Teile Resultate von Entwickelungen des nächsten Abschnittes anticipieren, kommen wir zu folgendem Vorschlage der näherungsweisen Bestimmung des Areals einer topographischen Fläche:

Man zerlege die Horizontalprojektion auf der Karte in dreierlei Gebiete von den Arealen P_1, P_2, P_3, welche der Hauptsache nach Böschungen von 0^0-10^0, 10^0-25^0, 25^0-45^0 enthalten, suche in jedem Gebiete für sich das Tangenmittel der Böschungswinkel A_1, A_2, A_3 durch Ausmessung der Isohypsenlängen und der Areale der Gebiete P_1, P_2, P_3. Dann bilde man $\sec A_1$, $\sec A_2$, $\sec A_3$ und korrigiere diese Ausdrücke durch Anfügung der Faktoren 1,0013, 1,0028, 1,0053 zu den entsprechenden Funktionen des Sekantenmittels: $\sec A_1' = 1{,}0013 \sec A_1$; $\sec A_2' = 1{,}0028 \sec A_2$, $\sec A_3' = 1{,}0053 \sec A_3$. Hieraus berechnet sich das gesuchte Areal F nach der Formel:

$$F = P_1 \sec A_1' + P_2 \sec A_2' + P_3 \sec A_3' \qquad 26)$$
$$= 1{,}0013\, P_1 \sec A_1 + 1{,}0028\, P_2 \sec A_2 + 1{,}0053\, P_3 \sec A_3 \ldots.$$

Statt der drei angegebenen Faktoren, die mittleren Verhältnissen entsprechen, müssen in Fällen ausnahmsweiser Verteilung der Böschungswinkel des Gebietes auch andere, zwischen der Einheit und 1,0038; 1,0085, 1,0160 liegende gewählt werden, worüber das im vorigen Abschnitte Gesagte und jedenfalls die Formel 25 genügenden Aufschluss gibt.

Bezüglich der Einteilung in die Gebiete P_1, P_2, P_3 ist zu bemerken, dass es nur von geringem Einfluss ist, wenn ein Gebiet z. B. P_1 kleinere Partien mit Böschungen enthält, die eigentlich in das nächste Gebiet P_2 gehörten; denn dieselben machen ihren Einfluss auf das Tangentenmittel A_1,

im entgegengesetzten Sinne und genau in derselben Grösse geltend, wie sie es beim Mittel A_2 gethan hätten. Nur bei der Umrechnung auf das Sekantenmittel treten sie mit einem etwas veränderten Reduktionsfaktor in Verbindung, so dass sie die Summe thatsächlich, wenn auch nur wenig alterieren. Man braucht also bei Abgrenzung der drei Gebiete P_1, P_2, P_3 nicht allzuängstlich zu sein und umsoweniger, als sich die kleinen Fehler, die durch Uebergreifen des einen Gebietes in's Bereich des anderen entstehen, immer dann teilweise aufheben, wenn solche Uebergriffe wechselseitig, d. h. vom steileren Gebiet in's flachere und umgekehrt erfolgen. Dagegen dürfen horizontale oder nahezu horizontale Partien nie mit ganz steilen zu einem Mittel vereinigt werden und man wird gut thun, vor der Mittelbildung alle innerhalb steiler Partien liegenden horizontalen Flächen auszusondern und mit der Area ihrer Horizontalprojection separat in die Summe F eingehen zu lassen.

Wir haben die Näherungsmethode so vorgetragen, wie sie uns für geographische Zwecke hinreichend genau (auf ca. 0,5 % der auszuwertenden Fläche) erscheint. Man kann dieselbe natürlich durch Einführung der doppelten Zahl von Gebieten, in welchen die Mittel der Böschungswinkel genommen werden weit genauer, nämlich mindestens viermal so genau machen. Denn, erstens ist der Reduktionsfaktor beider Mittel aufeinander unter sonst gleichen Umständen dem Quadrate der Böschungsunterschiede (die nunmehr nur halb so gross sein werden) proportional, zweitens sind die Grenzen, innerhalb der sich der Reduktionsfaktor infolge der Variabilität der Differentialquotienten bewegen kann, enger und drittens hat die für die Auswahl des Reduktionsfaktors im Allgemeinen massgebende Annahme gleichmässiger Verteilung der Böschungen in kleineren Gebieten mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Bezüglich weiterer Ausführung und strenger Begründung des hier Vorgebrachten verweisen wir

auf den zweiten Abschnitt dieses Teiles und wenden uns nun zur Besprechung des Näherungsverfahrens, das Herr Professor Penck zur Ermittelung der wahren Oberfläche und mittleren Böschungswinkel vorschlägt.

Die Idee des Zusammenhanges zwischen mittlerer Böschung und Ueberschuss des wahren Areales gegenüber der Projektion, welche unserem Näherungsverfahren zu Grunde liegt, bildet auch das Fundament der Ausführungen Pencks über denselben Gegenstand. Derselbe ist aber im Gegensatze zu unserer Auffassung der Meinung, dass es geratener sei, den Arealüberschuss der krummen Fläche über die Horizontalprojektion direkt zu bestimmen und ihn alsdann zur Berechnung des mittleren Böschungswinkels zu verwenden. Anknüpfend an das umständliche, aber von theoretischem Standpunkte aus tadellose Verfahren von J. Brück [1]) schreibt Penck: [2])

„Weniger zuverlässig, aber rascher durchführbar ist folgendes Verfahren: Man entwirft von der Gegend, deren wahre Oberfläche bestimmt werden soll, ein Netz sich rechtwinklig kreuzender Höhenprofile in gleichem Masstabe von Länge und Höhe und misst auf denselben die wellige Landoberfläche. Daraus berechnet man die mittlere Längszunahme von Schnitten der Landoberfläche in jeder der beiden Profilrichtungen. Durch Multiplikation beider Zunahmen erhält man sodann die Arealzunahme der wahren Landoberfläche gegenüber ihrer Projektion. Je mehr Profile man zieht und je kleiner die Areale sind, deren Oberflächen-

1) Vergleich der aus den Vermessungen hervorgehenden Flächenräume mit jenen, welche in der Natur wirklich vorhanden sind. Mitteilungen des k. k. militärgeographischen Institutes VII. Bd. 1887. Wien.

2) Folgende Stelle aus der noch nicht publicierten „Morphologie der Erdoberfläche“ von Penck ist nach dem Citate von J. Beneš (siehe Einleitung) gegeben.

berechnung durchgeführt wird, desto genauere Ergebnisse sind erhaltbar."

Später wird dann das Verhältnis von der Horizontalprojektion zur wahren Oberfläche gleich dem Cosinus eines mittleren Böschungswinkels geseszt, der als „wahrer" bezeichnet wird.

Ein Beweis für die Zulässigkeit des Näherungsverfahrens ist an der citierten Stelle nicht erbracht. Um über diese Zulässigkeit zu entscheiden, thut man gut, sein Augenmerk auf zweierlei Punkte zu lenken. Der erste Punkt betrifft die Zulässigkeit des Verfahrens in einem unendlich kleinen Gebiet. Diese ist, wenn wir den Schlusssatz von Pencks Ausführung richtig deuten, unbedingt behauptet worden. Der zweite Punkt bezieht sich auf den associativen Charakter des Verfahrens, von dem die Berechtigung, aus der Giltigkeit im unendlich kleinen Gebiete auf die Giltigkeit im Endlichen zu schliessen, abhängt. Nach beiden Richtungen hin erweist sich nun das Näherungsverfahren nur für flacheres Gebiet mit kleinen Profilwinkeln als zulässig, wie aus folgender Analyse hervorgeht. Es ist zunächst leicht nachzuweisen, dass selbst bei unendlich vielen Profilen und unendlich kleinen Arealen durch das Penck'sche Verfahren die Arealzunahme der wahren Oberfläche gegenüber der Projektion nicht erhalten wird. Wenden wir dasselbe nämlich auf eine gleichmässig geböschte Ebene an, die übrigens so gross oder so klein sein kann, wie sie will, so zeigt sich Folgendes: Es sei β der Neigungswinkel eines Profiles, das mit der Fallrichtung der Ebene einen Winkel ϑ einschliesst, γ der des dazu senkrechten Profiles, α der Böschungswinkel der Ebene, so ergibt sich aus den rechtwinkligen Dreikanten die von der schiefen Ebene, der Horizontalebene und je einer der Profilebenen gebildet wird (siehe Fig. 1):

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha \sin\vartheta \qquad \operatorname{tg}\gamma = \operatorname{tg}\alpha \cos\vartheta$$

Die Längszunahmen in den beiden Profilrichtungen werden:

$$\left.\begin{array}{l}\sec\beta = \sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha\sin^2\vartheta^1}\ ;\ \sec\gamma = \sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha\cos^2\vartheta} \\ \qquad\text{Das Produkt beider:} \\ \sec\beta\cdot\sec\gamma = \sec\alpha\sqrt{1+\sin^4\alpha\cdot\sin^2\vartheta\cdot\cos^2\vartheta\sec^2\alpha}\end{array}\right\}\ldots\ldots\ 26)$$

soll nach Penck die Arealzunahme der schiefen Ebene gegenüber der Horizontalprojection geben, während dieselbe doch thatsächlich durch $\sec\alpha$ dargestellt wird. Da der Wert der Wurzel — ausgenommen für $\cos\vartheta = o$ oder $\sin\vartheta = o$ — stets grösser als die Einheit ist, so gibt das Produkt $\sec\beta\cdot\sec\gamma$ in der Regel einen zu grossen und noch dazu von der Wahl der Profilrichtungen abhängigen Wert. Würde man aus ihm nach Pencks Vorschrift den wahren mittleren Böschungswinkel A'' nach der Formel $\sec\beta\cdot\sec\gamma = \sec A''$ berechnen, so müsste man A'' in der Regel grösser finden als den wirklichen Böschungswinkel α, z. B. statt 30° möglicherweise gleich 31°. Hieraus ist leicht zu entnehmen, dass das Penck'sche Verfahren unter Umständen ein Mittel der Böschungswinkel ergibt, das (im Gegensatze zu dem von Neumann) grösser als der grösste Böschungswinkel ist. Andrerseits ist zu bemerken, dass der Fehler, den man bei Anwendung des Verfahrens auf die schiefe Ebene begeht, für mässige Böschungen sehr gering ist und bis zu solchen von 30° den Betrag von 1° nicht übersteigt. Damit ist allerdings die Zulässigkeit des Verfahrens für mässig geböschte Terrainflächen noch nicht bewiesen, sondern hiezu bedarf es noch einer Untersuchung des zweiten Punktes, nämlich darüber, ob das Verfahren den früher betonten associativen Charakter besitzt, das heisst auf die Summe zweier Gebiete angewendet denselben Wert ergibt, wie die Summation der Einzelwerte jedes Gebietes. Ist dieses der Fall, so können wir aus der näherungsweisen Giltigkeit des Verfahrens für ein unendlich kleines ebenes Flächenelement auf die Giltigkeit für zwei, drei und beliebig viele solche schliessen und damit die Zulässigkeit für jede krumme Fläche,

die als Polyeder von unendlich vielen kleinen Facetten aufgefasst werden kann, beweisen.

Es seien O_1 und O_2 zwei unendlich kleine Gebiete mit den Böschungswinkeln α_1 und α_2 und den Profilwinkeln in zwei zu einander senkrechten Richtungen $\beta_1\ \gamma_1$, $\beta_2\ \gamma_2$. Die wahre Arealzunahme wird dann durch $\frac{O_1 \sec\alpha_1 + O_2 \sec\alpha_2}{O_1 + O_2}$ dargestellt. Sie ist unter Voraussetzung kleiner Böschungswinkel genähert gleich:

$$\frac{O_1 \sec\beta_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\beta_2 \sec\gamma_2}{O_1 + O_2} \qquad 27)$$

Die beiden Mittel aus den Längszunahmen der Profile sind durch folgende Formeln gegeben:

$$\frac{O_1 \sec\beta_1 + O_2 \sec\beta_2}{O_1 + O_2}, \quad \frac{O_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\gamma_2}{O_1 + O_2}.$$

Ihr Produkt

$$\frac{(O_1 \sec\beta_1 + O_2 \sec\beta_2)(O_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\gamma_2)}{(O_1 + O_2)^2}$$

müsste nach Penck der Arealzunahme:

$$\frac{O_1 \sec\beta_1 \sec\gamma_1 + O_2 \sec\beta_2 \sec\gamma_2}{O_1 + O_2}$$

gleich sein. Das ist aber in der That nicht der Fall; die Differenz ν der beiden gleich sein sollenden Ausdrücke ist vielmehr:

$$\nu = \frac{O_1\, O_2}{(O_1 + O_2)^2} (\sec\beta_1 - \sec\beta_2)(\sec\gamma_2 - \sec\gamma_1)$$

$$= \frac{4\, O_1\, O_2}{(O_1 + O_2)^2} \times$$

$$\times \frac{\sin\frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \sin\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \sin\frac{\beta_1 - \beta_2}{2} \sin\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{2}}{\cos\alpha_1 \cos\alpha_2} \ldots \qquad 28)$$

Wie man sieht, ist die Bedingung der Associativität im Allgemeinen nicht streng erfüllt; nur in dem speciellen Falle, wo $\beta_1 = \beta_2$ oder $\gamma_1 = \gamma_2$ ist, d. h. wenn in beiden Gebieten die Profilwinkel in einer Richtung gleich sind, trifft dies zu.

Es würde hiernach nur für Terrainflächen, die die Gestalt eines geneigten Cylinders haben, die Methode nach dieser Richtung einwurfsfrei sein. In Wirklichkeit ist aber der Ausdruck ν solange immer klein, und somit die Associativitätsbedingung $\nu = o$ näherungsweise erfüllt, als die Profilwinkel eine gewisse Grösse (ca. 20^0) nicht überschreiten. Denn der Wert von ν ist annähernd proportional den vierten Potenzen der Profilwinkel, diese in Teilen des Radius gemessen. Für $20^0 = 0{,}35$ beträgt aber diese vierte Potenz nur mehr 0,015.

Somit muss dem Näherungsverfahren Pencks im Gebiete flacherer Böschungen die Anwendungsberechtigung zuerkant werden.

2.

Behufs tieferer Begründung des zu Beginn des vorigen Abschnittes vorgetragenen Näherungsverfahrens zur Auswertung des wahren Areals ist es zweckmässig, einen direkten Vergleich von Tangenten- und Sekantenmittel des Böschungswinkels durchzuführen. Hiezu kann wieder der Hölder'sche Satz benützt werden, wenn wir die Sekante als Funktion der Tangente ausdrücken. Wird demnach $\operatorname{tg} \alpha = v$, $\sec \alpha = u$ gesetzt, so ist die gesuchte Beziehung $u = \psi(v) = \sqrt{1 + v^2}$ und diese hat in der Formel 22 an Stelle von $\varphi(\alpha)$ zu treten, so wie v an Stelle von α selbst. Bezeichnen wir analog dem Früheren:

$$\sec A' = \frac{\int\int^0 \psi(v)\, dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy}$$ mit $\psi(V')$, wobei $V' = \operatorname{tg} A'$ und

$$\operatorname{tg} A = \frac{\int\int^0 v\, dx\, dy}{\int\int^0 dx\, dy}$$ mit V, so lautet der Hölder'sche Satz:

$$\psi(V') - \psi(V) = \sec A' - \sec A = \frac{\mathfrak{M}\, \psi''(v)}{4} M\left(v(xy) - v(\zeta\eta)\right)^2 \qquad 29)$$

Wird statt der Differenz auf der linken Seite successive $V' - V$ und $A' - A$ eingeführt, so ergibt sich nach zweimaliger Anwendung des Fundamentalsatzes der Differentialrechnung:

$$\psi(V') - \psi(V) = (V' - V)\,\mathfrak{m}(\psi'(v))$$
$$= (A' - A)\,\mu(v'(\alpha)) \cdot \mathfrak{m}(\psi'(v))$$

Hieraus folgt für die Differenz der beiden Mittel:

$$A' - A = \frac{\mathfrak{M}(\psi''(v))}{4\,\mathfrak{m}(\psi'(v)) \cdot \mu(v'(\alpha))}\, M(v(xy) - v(\zeta\eta))^2 \ldots \quad 30$$

Dabei bedeuten $\mathfrak{M}(\psi''(v))$, $\mathfrak{m}(\psi'(v))$, $\mu(v'(\alpha))$ Werte der betreffenden Ableitungen, die zwischen den Extremen innerhalb des Intervalles liegen und $M(v(xy) - v(\zeta\eta))^2$ das Mittel aus den Quadraten der Differenzen der Tangenten zweier beliebiger Böschungswinkel. Wir stellen nun wieder eine Tabelle der Funktionen v, $\psi(v)$ und ihrer Differentialquotienten für die schon früher beobachteten Intervalle zusammen.

Tabelle III.

α	0^0	10^0	25^0	45^0
$v = \operatorname{tg} \alpha$	0,0000	0,1763	0,4663	1,0000
$u = \sec \alpha$	1,0000	1,0154	1,1034	1,4142
$\frac{du}{dv} = \sin \alpha$	0,0000	0,1736	0,4226	0,7071
$\frac{d^2u}{dv^2} = \cos^3 \alpha$	1,0000	0,9551	0,7445	0,3536
$\frac{dv}{d\alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$	1,0000	1,0311	1,2174	2,0000

Dieselbe lehrt uns, dass im ganzen Intervall ψ'', ψ', v' positiv sind, infolgedessen auch die Differenz $A' - A$ positiv wird. **Daher ist das Sekantenmittel stets grösser als das Tangentenmittel.**

Um die Grösse des Unterschiedes auszuwerten, sollen wieder die extremen Werte des Quotienten $\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{m} \cdot \mu}$ in den drei Teilintervallen $0-10^0$, 10^0-25^0, 25^0-45^0 berechnet werden, was mit Hilfe obiger Tabelle leicht geschehen kann. Das Mittel M aus den Differenzenquadraten der Böschungen werde zu $\frac{1}{8}$ des Quadrates der grössten Differenz des Intervalles angenommen.[1]) Dann ergeben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Grenzwerte für die Differenz beider Mittel. Ihnen ist noch diejenige (mittlere) Differenz beigefügt, welche sich herausstellt, wenn die Böschungswinkel so verteilt sind, dass gleichen Differenzen ihrer Tangenten gleiche Areale der Horizontalprojektion entsprechen. Diese Verteilung ist etwas, doch nicht allzusehr verschieden von der früher angenommenen, wo gleichen Differenzen der Winkel gleiche Areale der Horizontalprojektion zugehörten, daher stimmen auch die dort angegebenen Unterschiede von $A-A_0$ und $A'-A_0$ nahezu mit der Differenz $A'-A$ der folgenden Tabelle überein. Die drei letzten Zeilen der Tabelle sind bestimmt, über die Grösse des Fehlers zu belehren, den man begeht, wenn man zur Berechnung des wahren Areals der Terrainoberfläche an Stelle des Sekantenmittels das Tangentenmittel setzt. Hiezu dient uns die Formel 29, durch welche der Unterschied von $\sec A'$ und $\sec A$ ausgedrückt oder, genauer gesagt, in 2 Grenzen eingeschlossen wird. Das Verhältnis der obern und untern Grenze dieses Unterschiedes zu $\sec \alpha$ in der Mitte des betreffenden Intervalles haben wir in Procenten ausgedrückt und den beiden vorletzten Rubriken der Tabelle einverleibt. Da wir aber auf die Kenntnis des Tangentenmittels allein nicht beschränkt sind, sondern den Unterschied gegenüber dem Sekantenmittel mit ziemlicher Annäherung berechnen können, so werden wir bei der Areal-

1) Vergleiche II. Teil, 2. Abschnitt, Seite 65.

bestimmung an sec A eine Correktion anbringen und dadurch den Fehler noch bedeutend herabmindern. Wir wählen für dieselbe das Mittel aus der oberen und unteren Grenze der Differenz sec A' — sec A, d. h. für die 3 betrachteten Intervalle, also 0,126 %, 0,284 %, 0,534 % und kommen damit zu den im vorigen Abschnitt benützten, angenäherten Correktionsformeln:

$$\sec A'_1 = 1{,}0013 \sec A;\ \sec A'_2 = 1{,}0023 \sec A;\ \sec A'_3 = 1{,}0053 \sec A_3.$$

Tabelle IV.

Intervall		0°—10°	10°—25°	25°—45°
Grösster Unterschied	der Tangenten der Winkel	0,1763 10°	0,2900 15°	0,5337 20°
Mittlerer Unterschied	der Tangenten der Winkel	0,0720 ca. 4°	0,1184 ca. 6°	0,2179 ca. 8° 30′
Unterschied von Sekanten- und Tangentenmittel der Böschungswinkel	Obere Grenze Untere Grenze Medium	10° 0′ 0° 24′ 0° 45′	1° 4′ 0° 17′ 0° 31′	0° 59′ 0° 10′ 0° 23′
Fehler bei der genäherten Arealsberechnung	Obere Grenze Untere Grenze Mit Correktur	0,129 % 0,123 % 0,003 %	0,319 % 0,249 % 0,035 %	0,724 % 0,344 % 0,190 %

Die letzte Zeile der Tabelle gibt die noch verbleibende Unsicherheit, wenn sec A um das Mittel der oberen und unteren Grenze der Differenz sec A' — sec A vergrössert wird. Aus der Tabelle IV ersehen wir, dass die Differenz von Sekanten- und Tangentenmittel in flacheren Partien sehr erheblich werden kann, in steilen dagegen geringer bleibt, was wieder mit dem Verschwinden von $\psi'(v)$ für $v = o$ zusammenhängt. Dagegen ist der Unterschied von sec A' — sec A, der für die Arealauswertung massgebend ist, verhältnismässig unbedeutend und in Anbetracht des Umstandes, dass obige

Intervalle sich wie 2:3:4, ihre Quadrate aber, die jenen Unterschied mitbestimmen, wie 4:9:16 verhalten, sehr konstant. Ganz unbeträchtlich sind die in der Unsicherheit der Correktion der Mittel auf einander begründeten Differenzen. Dabei ist im Auge zu behalten, einerseits, dass die in der Tabelle angeführten Procentzahlen für den angenommenen Mittelwert von $M = \frac{D^2}{6}$ zwar den äussersten Wert darstellen, andrerseits aber, dass jener Mittelwert nur bei annähernd gleicher Verteilung der Böschungen vollkommen richtig ist, bei gleichmässigem und ausschliesslichem Vorherrschen der beiden extremen Böschungen des Intervalles dreimal so gross werden und beim Vorherrschen einer Böschung nahezu verschwinden kann. Immerhin dürfte bei einiger Aufmerksamkeit der nach Anbringung der Correktur zu befürchtende Fehler einer Arealsauswertung unter 0,5 % bleiben. Würde man den drei in Betracht gezogenen Intervallen ein viertes hinzufügen, das Böschungen von 45° bis 70° umfasst, so würde selbst für dieses die Differenz $\sec A' - \sec A$ nur 1.2 % und die Unsicherheit derselben 0,8 % ausmachen, obwohl das Intervall auf 25° ausgedehnt ist.

Es ist übrigens durchaus nicht nötig, sich bei Anwendung unseres Verfahrens sklavisch an die gegebenen Intervalle zu halten, die unter Berücksichtigung allgemeiner Verhältnisse mehr zur Exemplifikation gewählt wurden. In speciellen Fällen werden sich vielfach andere Intervalle naturgemäss darbieten. Die Ausführungen dieses Abschnittes gestatten dann eine einfache Berechnung der wahrscheinlichsten Correktur, die zur Arealsberechnung an die Sekante des Tangentenmittels anzubringen ist.

Am Schlusse unserer Ausführungen angelangt, wollen wir noch zu der naheliegenden Frage Stellung nehmen, ob das Tangenten- oder das Sekantenmittel des Böschungswinkels

zum allgemeinen Gebrauche als Mass für die Neigung des Terrains zu empfehlen sei. Obwohl wir theoretisch beide Mittel als rationelle und wohldefinierte völlig gleich stellen, müssen wir die Frage unbedingt zu Gunsten des Tangentenmittels beantworten und zwar aus zweierlei Gründen, die sich einerseits auf die Bedeutung der Mittel, andrerseits auf die Auswertung derselben beziehen. In Bezug auf erstere ist zu bemerken, dass, was immer für Eigentümlichkeiten des Terrains man auch durch den mittleren Böschungswinkel wird ausdrücken wollen, sei es die Ungangbarkeit desselben, die Wildheit der Gewässer, die Erhabenheit der Formen, immer werden zur Hervorbringung dieser Eigentümlichkeiten die einzelnen Teile in einem Masse beitragen, das weit eher mit der Tangente als der Sekante des betreffenden Böschungswinkels zusammenhängt, wenigstens gilt dies für flachere Böschungen. Die Schwierigkeiten, z. B. bei Anlage und Gebrauch eines Weges in Böschungen von 1⁰ und 10⁰ verhalten sich eher wie 1 : 10 (entsprechend den Tangenten) als wie 1 : 1,015 (entsprechend den Sekanten), ein Gleiches gilt von der Erosionsfähigkeit des Meteorwassers und der landschaftliche Eindruck eines welligen Rückens mit wechselnden Neigungen von 5⁰ ist jedenfalls eher 6,6 als 1,15 mal geringer, wie der eines Gebirgskammes, welcher Neigungen von 30⁰ aufweist. Was nun die Auswertung betrifft, so ist zu Gunsten des Tangentenmittels anzuführen, dass es durch Messung einer einfachen Reihe schon vorgezeichneter Linien, der Isohypsen nämlich, so genau bestimmt werden kann, als die Isohypsen das Terrain auszudrücken vermögen. Hiemit kann das Sekantenmittel überhaupt nur mehr insofern konkurrieren, als es durch das abkürzende Verfahren Pencks gefunden werden kann und nicht etwas wie bei Kurowski durch vorgängige Aufsuchung einer doppelt ausgedehnten Reihe von Einzelböschungen. Aber selbst jenes Näherungsverfahren verlangt, abgesehen davon, dass es nur

in flacheren Gebieten gilt, die Messung zweier einfacher Reihen erst zu konstruierender Curven, der Profile nämlich, von welchen eine ungleich grössere Zahl nötig ist, um das Terrain ebenso genau auszudrücken, wie es durch Isohypsen geschieht. Die Einwendungen gegen den ausschliesslichen Gebrauch des Sekantenmittels lassen sich somit in dem Satz zusammenfassen, dass dasselbe in flacheren Gebieten, wo es noch einigermassen einfach ausgewertet werden kann, kein richtiges Mass darstellt und in steileren Partien, wo jener Vorwurf nicht gilt, seine Ausmittelung zu schwierig ist. Dass das Penck'sche Verfahren zur Berechnung des wahren Areals flacher Gebiete tauglich ist, soll dabei nicht bestritten werden.

Der Vorwurf einer zu langwierigen Auswertung wird auch dem von uns befürworteten Tangentenmittel nicht durchwegs erspart bleiben. Zwar ist die nach der Sonklar'schen und verwandten Methoden nötige Ausmessung eines Hunderts von Profilwinkeln keine kleine Arbeit, aber immerhin wird sie Vielen näher liegen als das Verfolgen eines Dutzend vielfach gewundener Niveaulinien mit dem Messrädchen. Hingegen ist zu betonen, dass die Mittelbildungen aus Profilwinkeln ein durchaus subjektives Moment enthalten, das in der Richtung der Profile, in der Wahl der obern und untern Endpunkte und vor allem aber in der Verteilung über die Fläche begründet ist. Dieses subjektive Moment durch Regeln einschränken zu wollen, deren Anwendung und Berechtigung in allen Fällen zweifellos ist, wird bei der Mannigfaltigkeit der natürlichen Terrainformen und bei der Fülle der unmerklichen Uebergänge von einer zur andern nie gelingen. Die erhaltenen Zahlen gelten dann nur soweit, als sie der Augenschein bestätigt, wo er widerspricht, wird stets die Ursache in die Methode verlegt werden. Thatsächlich finden sich in der orometrischen Literatur Belege dafür, dass unerwartete Böschungsmittel hinterher durch

die tiefe Lage eines entfernten Thales, das mit zur Bildung der Sockelhöhe benützt oder eines niederen Rückens, der in die Kammhöhe einbezogen wurde, durch mangelhafte Dachform der Kämme und dergleichen mehr plausibel gemacht werden mussten. Solch' zweifelhafter Stützen bedarf das Tangentenmittel nicht; es ist eine für jedes Gebiet klar definirte Grösse, die in gesetzmässiger und unparteiischer Weise jede Einzelheit berücksichtigt. Die Unterschiede in den Tangentenmitteln verschiedener Gebiete haben demnach, sobald sie den Betrag des leicht kontrolierbaren Messungsfehlers überschreiten, eine tiefere, im Aufbau des Terrains begründete Bedeutung und berechtigen zu Schlüssen.

Man wird vielleicht einwenden, es handle sich ja gar nicht um die Berücksichtigung aller regellosen Einzelheiten; es seien vielmehr die grossen Formen, an welchen man Gesetze nachweisen will, zu berücksichtigen und gerade hiefür seien Methoden geeignet, die dem subjektiven Ermessen eine passende Unterdrückung nebensächlicher Details gestatten. Auch diesem Standpunkt kann sich unsere Methode anschmiegen. Man entwerfe nur eine Curvenkarte, die durch Wahl einer grossen Aequidistanz und Weglassung unnötiger Krümmungen der Isohypsen entsprechend schematisiert ist und wende auf diese die angegebene Methode an. Die Arbeit der Auswertung kann hiebei durch weitgehende Schematisierung beliebig klein gemacht werden. Die Verantwortung dafür, dass die gezogenen Schlüsse nicht durch die Art und den Grad der Schematisierung beeinflusst sind, möge dann dem Kartenzeichner zufallen, die mathematische Methode der Mittelbildung aber bleibe rein von persönlicher Willkür.

Sitzung vom 1. März 1890.

1. Herr E. LOMMEL macht eine Mittheilung: „Phosphoro-Photographie des ultrarothen Gitterspectrums."

2. Herr L. SOHNCKE legt vor und bespricht zwei Abhandlungen:

a) „Nachträgliches zur Theorie der Luftelektricität." Eine Abwehr.

b) „Die schliessliche Dicke eines auf Wasser sich ausbreitenden Oeltropfens."

3. Herr L. RADLKOFER hält einen Vortrag: „über die Gliederung der Familie der Sapindaceen."

Phosphoro-Photographie des ultrarothen Gitterspectrums.

Von E. Lommel.

(Mit Taf. I u. II.)

(Eingelaufen 1. März.)

Nach der in einer früheren Mittheilung[1]) dargelegten und dort auf das prismatische Spectrum angewendeten phosphorographischen Methode hat Herr L. Fomm auf meine Veranlassung und unter meiner Leitung nunmehr auch den

1) Lommel, Münch. Stzgb. XVIII. p. 397. 1888. — Auf der jener Mittheilung beigegebenen phototypischen Spectraltafel sind die Bezeichnungen X_2 und X_3 mit einander zu vertauschen.

rothen und ultrarothen Theil des Gitterspectrums der Sonne photographirt.

Es diente hiezu ein Rowland'sches Concav-Gitter von 1^{m},8025 Radius (etwa 6 Fuss engl.) mit 14436 Strichen auf den engl. Zoll (568 Striche per mm).

Der Spalt war fest aufgestellt im Kreuzungspunkt zweier zu einander rechtwinkliger horizontaler Schienenstränge, deren einer parallel, der andere senkrecht steht zur Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen. Gitter und Auffangschirm bewegen sich längs dieser Schienen vermöge zweier kleinen Rollwagen, die durch eine Stange von der Länge des Krümmungsradius des Hohlgitters mit einander verbunden sind. Diese Stange ist an ihren Enden, welche das Gitter und die Bildfläche tragen, drehbar um Zapfen, die sich auf der Mitte jedes Wagens erheben. Die optische Axe des Hohlgitters und die Normale der Bildfläche sind zur Stange parallel gerichtet. Vermöge dieser von Rowland angegebenen Einrichtung bleiben während der Bewegung der Rollwagen Spalt, Gitter und Bildfläche stets auf einem Kreise, dessen Durchmesser gleich dem Radius des Hohlspiegels ist, und die Bildfläche befindet sich automatisch stets im Focus des Gitters.

Das Sonnenlicht, welches ein Uhrwerkheliostat in das Dunkelzimmer warf, wurde mittels Linse auf dem Spalte concentrirt. Da das vom Gitter unmittelbar auf der phosphorescirenden Fläche entworfene Spectrum nicht intensiv genug war, um hinreichend stark auf die Platte zu wirken, so wurde vor das Gitter noch eine achromatische Linse von 95 cm Brennweite geschaltet, welche den Focus des Gitters verkürzte, und die Platte entsprechend näher gerückt. Sind Linse und Bildfläche auf der Stange in der richtigen Lage festgestellt, so bleibt auch jetzt bei Bewegung der Stange die Bildfläche stets im Focus.

Diese Linse, in der Steinheil'schen Werkstätte vorzüglich ausgeführt, ist kein gewöhnliches Achromat, sondern sie

vereinigt die Strahlen der Linie $A\,(\lambda = 760)$ mit den ultrarothen Strahlen von der Wellenlänge 950. Um eine solche Linse zu berechnen, mussten für die beiden anzuwendenden Glassorten nebst den Brechungscoefficienten für die Linie A auch diejenigen für die Wellenlänge 950 gegeben sein; dieselben wurden aus der bereits bewährten Formel[1])

$$n^2 - 1 = \frac{a + b\lambda}{1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}$$

berechnet, nachdem deren Constanten mittels der bekannten Brechungscoefficienten für die Fraunhofer'schen Linien bestimmt waren.

Von den Spectren des Gitters wurde dasjenige zweiter Ordnung als das lichtstärkste zur Aufnahme benutzt. Um die störende Wirkung des dritten Spectrums, dessen brechbareres Ende über das weniger brechbare des zweiten übergreift, auszuschliessen, war die Oeffnung des Heliostaten mit einem rothen Glase bedeckt.

Die phosphorescirende Fläche war 15 cm lang und 2 cm breit; dieselben Dimensionen haben daher die jedesmal aufgenommenen Spectraltheile. Ebenso lang (6 engl. Zoll) waren Abney's[2]) photographische Platten; während aber bei Abney diese Erstreckung das Spectrum von $A\,(\lambda = 760)$ bis $\lambda = 1075$ umfasste, waren bei uns drei Platten erforderlich, um das Spectum von $B\,(\lambda = 687)$ bis $\lambda = 950$ zu fassen, wobei dafür Sorge getragen wurde, dass eine bemerkenswerthe Liniengruppe, mit welcher eine Platte endigte, sich am Anfang der folgenden Platte wiederholte.

Abney hat die Abstände der Linien auf seinen Photogrammen mikrometrisch gemessen und aus diesen Messungen

1) Wüllner, Münch. Stzgsb. XIV. Wied. Ann. XXIII. 1884. Lommel, Münch. Stzgsb. XVI. Wied. Ann. XXX. 1887.

2) Abney, Philos. Transact. Vol. 171. p. 653. 1880. Vol. 177. p. 457. 1887.

die zugehörigen Wellenlängen abgeleitet. Hienach wurden in 20 fach vergrössertem Massstab die schönen Zeichnungen des ultrarothen Gitterspectrums entworfen, welche seinen Abhandlungen beigegeben sind.

Um unser phosphorographisches Spectrum mit dem photographischen Abney's zu vergleichen, wurden von den Originalplatten auf photographischem Wege in vier Abtheilungen vergrösserte Copien hergestellt und diese mit einer Wellenlängen-Scala versehen. Als Anhaltspunkte für die Eintheilung dienten die Linien $B (\lambda = 687)$ und die feine Linie $(\lambda = 762)$, mit welcher die nach A gegen Ultraroth hin folgende bemerkenswerthe Liniengruppe beginnt. Diese Theilung wurde längs des ganzen Spectrums fortgesetzt.

Die so erhaltenen vier Spectralstreifen sind, phototypisch reproducirt, auf Tafel I und II der gegenwärtigen Notiz beigegeben. Obgleich diese Reproductionen an Schärfe den ursprünglichen Platten nachstehen und manche auf diesen vorhandenen sehr feinen Linien nicht oder nur undeutlich wiedergeben, liefern sie doch ein charakteristisches und von subjectiver Auffassung völlig freies Bild von dem Habitus dieses Spectralgebietes.

Die Vergleichung mit dem Abney'schen Spectrum ergibt sehr nahe Uebereinstimmung; die von ihm mit Z, X_{I}, X_{II}, X_{III}, X_{IV}, Y bezeichneten Linien treten auch hier an den entsprechenden Stellen deutlich hervor; wo bei Abney zwischen den Gruppen stärkerer Linien sich Zwischenräume mit nur schwachen Linien finden, ist dies auch in unserem Spectrum der Fall. Auch die an der Scala abgelesenen Wellenlängen stimmen mit den Werthen Abney's meist bis zur vierten Ziffer überein.

Diese Uebereinstimmung beweist, dass die schon mehrfach beschriebenen optischen Eigenthümlichkeiten der phosphorescirenden Substanz der richtigen Wiedergabe der Spectrallinien nicht hinderlich sind, und insbesondere nicht zu

neuen der Lichtquelle fremden Linien Anlass geben. Die Maxima der Auslöschung bewirken nur, dass an den entsprechenden Stellen der Untergrund des Spectrums als breites helleres Band erscheint, auf welchem die Sonnenlinien um so deutlicher hervortreten. Am ungünstigsten für die Phosphorographie ist das merkwürdige neutrale Gebiet von $\lambda = 800$ bis $\lambda = 865$, das sogenannte „helle Rechteck“, wo die auslöschende Wirkung eine sehr geringe ist. Dieses Gebiet, auf der phosphorescirenden Fläche hell bleibend, erscheint auf der photographischen Platte als eine breite verwaschene dunkle Zone, welche jedoch wegen der grösseren Dispersion des Gitters in dem vorliegenden Spectralbild weit weniger scharf hervortritt, als in den früher mitgetheilten prismatischen Spectren. Aber auch in dieser dunklen Zone haben sich nicht nur die dahin fallenden starken Linien Z, X_{I}, X_{II}, X_{III}, sondern auch eine Anzahl feinerer Linien hinreichend deutlich abgebildet.

Auch zur Erforschung der Emissionsspectra der Metalldämpfe im elektrischen Flammenbogen hat sich die phosphoro-photographische Methode bereits als geeignet erwiesen, und werden Versuche in dieser Richtung fortgesetzt.

Nachträgliches zur Theorie der Luftelektricität.

Eine Abwehr.

Von L. Sohncke.

(Eingelaufen 1. März.)

Kürzlich hat Herr Franz Exner[1]) „Bemerkungen" zu meiner Theorie der Luftelektricität veröffentlicht, welche geeignet sind, die Vorstellung zu erwecken, als seien die Rechnungen, die ich zur Stütze meiner Ansicht über die periodischen Veränderungen der Luftelektricität ausgeführt habe, ohne Beweiskraft, und als „fühle ich selber das Unzureichende meiner Deduktionen." Herr Exner spricht auch von einem von mir begangenen Fehler, den auch Herr Kollert bemerkt habe, u. s. f. Demgegenüber erkläre ich hiermit, dass ich durchaus keinen Anlass habe, von meiner Arbeit „Beiträge zur Theorie der Luftelektricität"[2]) irgend etwas zurückzunehmen, sondern dass ich sie ihrem ganzen Umfange nach voll aufrecht erhalte. Ich muss aber ferner hinzufügen, dass der ungünstige Schein, den Herrn Exner's Bemerkungen auf mich werfen, nur daher rührt, dass in denselben keine volle Objectivität waltet.

In seiner Abhandlung: „Ueber die Ursache und die Gesetze der atmosphärischen Elektricität"[3]) hatte Herr Exner

1) Exners Repertorium d. Physik. **25.** 1889. S. 743 ff.

2) Sitzgsber. d. math.-phys. Classe d. k. bayr. Akad. d. Wiss. München. 1887. S. 21 ff.

3) Sitzgsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. **113.** II. Abth. Wien. 1886. S. 50.

gelegentlich der Besprechung meiner Theorie der Luftelektricität gesagt: „Es kann also auf diese Weise der Unterschied zwischen Sommer und Winter nicht erklärt werden. Das Gleiche gilt von den täglichen Maximis und Minimis des Potentialgefälles.“ Dieser Ausspruch veranlasste mich, im zweiten Theil meiner „Beiträge“ meine Vorstellungen über die Ursachen der periodischen Aenderungen der Luftelektricität rechnerisch zu verfolgen. Um dies überhaupt ausführen zu können, bediente ich mich derselben schematisch vereinfachten Betrachtung, die ich schon bei der ersten Auseinandersetzung meiner Theorie[1]) gelegentlich angewandt hatte. Statt die durch Reibung positiv elektrisirten Eistheilchen oberhalb der Isothermfläche 0 Grad, und die negativ elektrisirten Wassertheilchen unterhalb jener Fläche, in ihrer Gesammtheit zu berücksichtigen, betrachtete ich in erster Annäherung nur die Isothermfläche 0^0, welche ja im Grossen jene beiden Arten von entgegengesetzt elektrisirten Theilchen scheidet und zugleich mit ihnen ihre Höhenlage ändert; dieselbe war dabei als positiv elektrisch vorauszusetzen. — Im Schlussparagraphen jener Abhandlung ziehe ich das Facit der Rechnungen in Bezug auf die Tages- und die Jahres-Periode der Luftelektricität. Es lautet dahin, dass zunächst die Tagesperiode der Luftelektricität sich auf Grund jener Rechnungen als vollkommen begreiflich herausstellt. Hierüber findet sich in Herrn Exner's Bemerkungen kein Wort! Sodann gehe ich zur Jahresperiode über und sage: „Es folgt, dass die zu diesen Gleichungen führende schematische Annahme, als sei die Erdobertläche einerseits, die Isothermfläche Null andererseits, der wahre Sitz der ganzen negativen, resp. positiven Luftelektricität, nicht ausreicht, um die Jahresperiode zu erklären.

1) Der Ursprung der Gewitter-Elektricität u. s. f. Jena. Fischer 1885. S. 56.

Jene Annahme ist aber auch nur zur Ermöglichung einfacherer Rechnungen gemacht, während die Grundhypothese wesentlich anderes fordert.“ Und nun erörtere ich weiter, — ohne Rechnung — wie auch die Jahresperiode aus meiner Hypothese im Allgemeinen ihre Erklärung findet.

Herr Exner hat also nur darin Recht, dass die schematisch vereinfachte Annahme (einer positiv elektrischen Isothermfläche Null), die bei vielen Gelegenheiten in erster Annäherung an Stelle der wahren Forderungen meiner Theorie sich brauchbar erweist, für die Erklärung der Jahresperiode nicht ausreicht. Aber ungerechtfertigt ist es, wenn er behauptet, ich „nehme, um nun doch zu einer Erklärung der jährlichen Periode zu kommen, **neuerlich** an, dass die Steigerung des Potentialgefälles im Winter durch das allmähliche Herabsinken des negativ elektrischen Wassers zur Erde hervorgerufen sei.“ Als ob diese Vorstellung nicht schon von vornherein ganz wesentlich in meiner Theorie enthalten gewesen wäre!

Den ganzen zweiten Theil meiner „Beiträge“, nur mit Weglassung des Rechnungsdetails, habe ich übrigens $1^1/_2$ Jahre nach ihrer ersten Veröffentlichung, in Begleitung einiger anderen Betrachtungen in der Abhandlung: „Gewitter-Elektricität und gewöhnliche Luftelektricität“ in der meteorologischen Zeitschrift[1]) nochmals zum Abdruck gebracht. Wer sich die Mühe nimmt, meine auf die Luftelektricität bezüglichen Abhandlungen und meine Schrift „der Ursprung der Gewitter-Elektricität u. s. f.“ wirklich zu lesen, wird sich überzeugen, dass ich nicht zu viel behauptet habe mit dem Ausspruch (Beiträge S. 22): „ich führe den Nachweis, dass die periodischen Aenderungen der Luftelektricität sich als nothwendige Folge aus meinen Grundannahmen ergeben.“

1) November 1888. S. 413—425.

Und nun noch zwei Worte zu Herrn Exner's auf meine Beobachtungen und Versuche bezüglichen Bemerkungen. Zunächst ist mir unerfindlich, woraus er die Berechtigung zu der falschen Behauptung schöpft, ich hätte niemals Beobachtungen über Luftelektricität angestellt. Muss man denn nothwendiger Weise jede Beobachtung, die man macht, auch drucken lassen? — Sodann behauptet Herr Exner von meiner Wiederholung seiner Versuche über die Verdampfungsgeschwindigkeit elektrisirter Flüssigkeiten, „ich gelangte dabei zu keinem definitiven Resultat.“ Hingegen lautet das von mir gewonnene Resultat sehr bestimmt folgendermassen (Beiträge, S. 26): „Auf Grund meiner Versuche schliesse ich, dass die von Herrn Exner angegebene Versuchsanordnung nicht geeignet ist, mit irgend welcher Sicherheit den Nachweis zu liefern, dass eine elektrisirte Wasserfläche schneller verdunstet als eine unelektrisirte.“

Die schliessliche Dicke eines auf Wasser sich ausbreitenden Oeltropfens.

Von L. Sohncke.

(Eingelaufen 1. März.)

1. Fragestellung. Wenn ein Tropfen einer Flüssigkeit A auf einer anderen Flüssigkeit B liegt, während Luft oder eine dritte Flüssigkeit C darüber ausgegossen ist, so wirken an jedem Linienelement der Randlinie des Tropfens die Oberflächenspannungen der drei Trennungsflächen (A, B) (A, C) und (B, C) als Zugkräfte, indem jede der drei Oberflächen sich möglichst zusammenzuziehen sucht. Sind aber diese drei Kräfte von solcher Grösse, dass die Oberflächenspannung in der Grenze (B, C) grösser ist als die Summe der Oberflächenspannungen in der unteren und oberen Grenzfläche des Tropfens (A, B) und (A, C), so kann kein Gleichgewicht zu Stande kommen, also kein Tropfen bestehen. Vielmehr weicht dann die Oberfläche der umgebenden Flüssigkeit zurück, ihrer eigenen Oberflächenspannung folgend, und zieht den Flüssigkeitstropfen A allseitig auseinander.[1]) Dieser Vorgang der Ausbreitung einer Flüssigkeit auf einer anderen ist schon mehrfach untersucht; namentlich sind die einzelnen Phasen der Ausbreitung von Oel auf Wasser von Quincke[2]) und besonders eingehend von Marangoni[3]) studirt worden.

---

1) Vgl. z. B. J. C. Maxwell: Theorie d. Wärme. Deutsch von Auerbach. Breslau 1877. § 81 und 82.

2) Poggend. Annalen. **139.** 1870. Seite 74 ff.

3) „ „ **143.** 1871. Seite 377 ff.

Aber die Frage: „Bis zu welcher Dicke ein auf einer anderen Flüssigkeit sich ausbreitender Tropfen abnimmt", scheint bisher noch nicht gestellt worden zu sein. Und doch ist ihre Beantwortung schon deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie einen Schluss auf die Wirkungsweite der Molekularkräfte zu ziehen gestattet.[1]) Aus diesem Grunde habe ich einige Versuche über die Ausbreitung von Olivenöl und von Rüböl auf Wasser gemacht und mich dabei bemüht, für die schliessliche Dicke der Oelscheibe wenigstens angenäherte Werthe zu gewinnen. Ich beschreibe zunächst den Ausbreitungsvorgang, soweit es für den vorliegenden Zweck nöthig ist, gehe sodann auf die Art der Messungen ein, und ziehe aus den Ergebnissen endlich den Schluss auf den Radius der Wirkungssphäre der Molekularkräfte.

2. Der Vorgang der Ausbreitung. In dem Augenblick, wo man das am Ende eines Drahts hängende sehr kleine Oeltröpfchen mit der Wasserfläche in Berührung bringt, beginnt das Oel mit rapider Geschwindigkeit sich zu einer zusammenhängenden kreisscheibenförmigen Haut auszubreiten und zeigt dabei namentlich im centralen Theile lebhafte Interferenzfarben. Innerhalb eines kleinen Bruchtheils einer Sekunde[2]) hat die Scheibe einen Halbmesser von

---

1) Die ganz ähnliche Aeusserung von Marangoni (a. a. O. S. 347, Nr. 16): „Ja das Ergebniss der Oelschicht wird vielleicht soweit führen festzustellen, wie weit die Molekularthätigkeit empfindbar sei, da man die Dicke der Oelschicht, welche das Wasser bedeckt, messen kann", bezieht sich, wenn ich ihn recht verstehe, nicht auf die Ausbreitung, sondern auf die Erscheinung, dass die Erhebung des Wassers in einer Capillaren verringert wird, wenn man seine Oberfläche mit einer Oelschicht bedeckt (a. a. O. S. 343).

2) Marangoni schätzte auf einem grossen Wasserbassin, dessen Oberfläche er zuvor mit Staub bedeckt hatte, die Geschwindigkeit, mit welcher der Rand des sich ausbreitenden Tropfens fortschritt, zu 2 Meter in der Sekunde; „aber dieselbe ist viel grösser, wenn die Oberfläche des Wassers ganz rein ist" (a. a. O. Nr. 5, S. 340 oben).

einigen Centimetern erlangt, ist dabei fast farblos, nämlich gleichmässig bläulich grau geworden, und zerfällt sofort in sehr viele, sehr kleine Tröpfchen oder Scheibchen, welche noch eine kurze Zeit lang die centrifugale Bewegung beibehalten. So wie er hier geschildert ist, vollzieht sich der Vorgang, wenn man — wie ich es stets that — nur die allerwinzigsten Tröpfchen anwendet. Die von mir beobachtete Ausbreitung scheint im Wesentlichen nur jene Phasen der Erscheinung darzubieten, welche Marangoni[1]) die „Franse" des regenbogenfarbigen Flecks (mit „sehr wenig bemerkbarer blauer Schattirung") und den „farblosen Schleier" nennt.

Ist die Wasserschale nicht gross genug für den angewandten Tropfen, so erfolgt die Ausbreitung langsamer und führt auch nicht sogleich zur Zerreissung. Weil nämlich das sich zurückziehende Wasser, sowie das ihm folgende Oel jetzt gegen die Wandungen hin aufzusteigen beginnt, so muss eine Verzögerung der Geschwindigkeit eintreten. In solchem Falle erscheint die ganze Schale von einer farbigen Oelscheibe bedeckt, die erst später zerreist. — Ist dagegen die Wasserschale zu gross für das angewandte Tröpfchen, so erfolgt die Ausbreitung so schnell, dass der Moment der Scheibenauflösung überhaupt kaum mehr beobachtbar ist. — Durch Probiren ermittelt man die geeignete Weite der Schale und die geeignete Tropfengrösse, damit das Zerreissen der ganzen Oelscheibe gerade dann eintrete, wenn sich der Scheibenrand nicht mehr allzufern von der Schalenwand befindet. Unter diesen Umständen ist die Ausbreitung wenigstens einigermassen verlangsamt und daher der Beobachtung etwas zugänglicher. Namentlich fahren jetzt nach der Zerreissung die entstandenen Tröpfchen nicht noch viel weiter auseinander; sie müssten ja nach den Wänden hin aufsteigen!

1) a. a. O. Nr. 22 S. 349 und Nr. 21 S. 349.

So ist die nachträglich mit Tröpfchen bedeckte Fläche nur wenig grösser als die Oelscheibe im Augenblicke des Zerreissens.

Wenn die Wasserschale die geeignete Grösse für das angewandte Tröpfchen hat, vor Allem, wenn sie nicht zu klein ist, so ist die Oelscheibe unmittelbar vor dem Zerfall ihrer ganzen Ausdehnung nach gleichmässig bläulich-grau gefärbt, und der Zerfall geschieht merklich gleichzeitig in allen möglichen Entfernungen vom Centrum. Daher ist man zu dem Schlusse berechtigt, dass unter diesen Umständen unmittelbar vor dem Zerfall die Oelscheibe in ihrer ganzen Ausdehnung nahezu dieselbe Dicke (d) hat. Kennt man also einerseits das Gewicht (p) der sich ausbreitenden Oelmenge und ihr specifisches Gewicht (s), andererseits den Halbmesser (r) der Scheibe im Moment ihres Zerfalls, so kann man das Volumen der Scheibe auf zwei Arten ausdrücken und erhält so die gesuchte schliessliche Scheibendicke d aus der Gleichung:

$$r^2 \pi d = \frac{p}{s}$$

Gegen diese Ermittelung von d könnte man vielleicht einwenden, dass nicht die ganze dem Wasser übermittelte Oelmasse als Oelscheibe sichtbar bleibt, sondern dass ein Teil in's Wasser diffundirt. Nämlich Quincke[1]) schliesst aus der Gesammtheit der Ausbreitungserscheinungen von Oel auf Wasser, dass „das Oel in Berührung mit Wasser durch Auflösung oder chemische Verbindung (vielleicht unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft) eine Aenderung erfährt.“ Indessen ist es doch höchst unwahrscheinlich, dass bei meinen Versuchen in der überaus kurzen Zeit der Tropfenausbreitung durch einen solchen chemischen oder Lösungsprocess die Dicke der Oelscheibe eine nennenswerthe Ver-

1) a. a. O. S. 75.

minderung erfahren haben sollte. Jedenfalls mache ich die Voraussetzung, von solchen Einflüssen dürfe bei Ermittelung der im Momente des Zerreissens vorhandenen Dicke abgesehen werden.

3. Ermittelung der sich ausbreitenden Oelmenge. Ein wenige cm langes Stückchen Aluminiumdraht von 0,47 mm Dicke wurde in Oel getaucht und dann abtropfen gelassen. Man muss es so einrichten, dass nicht unterhalb des Drahtendes ein Tröpfchen hängt, — die Masse eines solchen wäre zu gross für die Versuche, — sondern dass das Oel nur eine kolbenförmige Verdickung des Drahtes bildet. Der so benetzte Draht wird auf einer sehr empfindlichen Wage in's Gleichgewicht gebracht, dann von der Wage weggenommen und der Wasserfläche genähert. Nach momentaner Berührung des Wassers, auf welche die zu beobachtende Ausbreitung umgehend folgt, wird die Gewichtsabnahme des Drahts gegen vorher ermittelt. So kennt man p. Jeder Arm der von mir benutzten Bungeschen Wage ist in 50 gleiche Theile getheilt, so dass die Verschiebung des 5 mg = Reiters um ein solches Theilchen einer Belastungsänderung von 0,1 mg gleichkommt. Dadurch wird ein Zeigerausschlag von etwa $^1/_2$ Skalentheil bewirkt. Weil nun mit einer vor die Skala gestellten Lupe Zehntel-Skalentheile noch bequem zu schätzen sind, so liefern wiederholte, natürlich mittelst Schwingens ausgeführte Wägungen noch mit ziemlicher Sicherheit Hundertel Milligramm. Davon, dass während der Dauer eines Versuchs von Olivenöl keine merkliche Menge etwa durch Verdunstung verschwand, überzeugte ich mich durch eigene Wägungsversuche. Während einer ganzen Stunde war keine Gewichtsänderung des öltragenden Drahtes nachweisbar.

Das specifische Gewicht des Olivenöls betrug für die Temperatur des immer frisch aus der Wasserleitung entnommenen Wassers (8°—9° C) $s = 0,928$, das des Rüböls 0,9162.

Wollte man für die Temperatur des sich ausbreitenden Oeltropfens nicht die Annahme machen, dass sie mit der des Wassers übereinstimmt, so würde der Werth des specifischen Gewichts doch erst in der dritten Dezimalstelle ein anderer sein. Das hat aber wegen der grossen Unsicherheit der Ermittelung des Scheibenradius r (wovon nachher mehr) keinen nennenswerthen Einfluss auf das Endergebniss.

Das zur Ausbreitung gelangte Oelvolumen habe ich auch noch auf andere Weise zu bestimmen gesucht, nämlich durch Ermittelung der Differenz der am Drahte hängenden Oelvolumina vor und nach Abgabe des Tröpfchens. Dazu diente ein horizontal liegendes Mikroskop mit Okular-Netzmikrometer. In diesem quadratischen Netz war die einzelne Quadratseite so lang, dass 0,94 mm = 8 Quadratseiten erschienen. Den Draht hängte ich vor dem Mikroskop so sicher auf, dass er auch bei wiederholtem Hinhängen genau an der alten Stelle im Gesichtsfelde erschien. Kleine Abweichungen liessen sich durch minimale Verschiebungen des Mikroskophalters beseitigen. Die Bilder des kolbenförmig verdickten Drahtendes, wie letzteres vor und nach Abgabe des Tröpfchens erschien, wurden mit Hilfe des Netzmikrometers auf Coordinatenpapier gezeichnet, und zwar ineinander, so dass das ursprüngliche Bild das nachherige umschloss, wodurch die Volumabnahme unmittelbar ersichtlich wurde. Diese Volumdifferenz wurde in ziemlich mühsamer Weise dadurch gemessen, dass sie als genaue Rotationsfigur angesehen und in eine Reihe aufeinander folgender Differenzen von Kegelstumpfen zerlegt wurde, deren Volumen man einzeln berechnete. Das so ermittelte Oelvolumen zeigte sich stets ein weniges kleiner als das durch Wägung ermittelte, vermuthlich weil nach Abgabe des Tröpfchens noch etwas Oel nach den unteren Theilen des Drahtes nachfliesst; doch habe ich die Ursache nicht genauer untersucht, weil ich diese umständliche mikroskopische Methode überhaupt

bald fallen liess. Drei verschiedene Versuche, in denen das Volumen des ausgebreiteten Olivenöls nach beiden Methoden gemessen wurde, ergaben:

Versuchsnummer	1.	10.	14.
p/s	0,378 cbmm	0,475	0,755
Mikroskop. Messung	0,365	0,471	0,677

Von den mikroskopisch gemessenen Werthen habe ich daher im Folgenden keine Anwendung gemacht.

4. Ermittelung des Scheibenradius im Moment des Zerreissens. Diese Grösse (r) lässt sich nur schwierig und überhaupt nur ungenau bestimmen, da das Zerreissen so sehr bald nach dem Beginn der Ausbreitung erfolgt, und da nach dem Zerreissen die Tröpfchen ihre centrifugale Bewegung noch eine Zeit lang beibehalten. Zur Messung diente ein Porcellanmassstab mit mm = theilung (schwarze Striche auf weissem Grunde), der auf den Boden der flachen, nur etwa 1 bis 2 cm. hoch mit Wasser gefüllten Glasschale gelegt war: auf diesem Massstab wurde der Ort des Scheibenrandes im Momente des Zerfallens, häufig aber wohl erst einen Moment nach bereits erfolgtem Zerfall, beobachtet, so dass der Radius wohl in vielen Fällen etwas zu gross gefunden sein wird. Die grosse Unsicherheit der Messung dieser Grösse macht die ganze Untersuchung mehr zu einer Schätzung der Grössenordnung, als zu einer echten Messung der Scheibendicke. Die Unsicherheit der einzelnen Messung des Halbmessers beim Zerreissen ist mit 2 mm eher zu klein als zu gross angenommen. Nun lieferten die verschiedenen Versuche für diesen Halbmesser meist Werthe zwischen 30 und 50 mm; im Mittel sei er = 40 mm gesetzt. Also war die Scheibenfläche durchschnittlich $= (40 \pm 2)^2 . \pi$, also nahe $= 40^2 . \pi . (1 \pm 0{,}1)$, d. h. sie war in jedem einzelnen Falle auf mindestens 10 % unsicher!

Die Gewichte der sich ausbreitenden Oelmengen betrugen bei den verschiedenen Versuchen mit Olivenöl meist 1/4 bis 3/4 mg, selten mehr, also die Volumina 0,27 bis 0,81 cbmm. Die angewandten Wasserschalen hatten 108 bis 235 mm Durchmesser.

5. Die Versuche, a) mit **Olivenöl** vom specifischen Gewicht 0,928. In der folgenden Tabelle ist unter D, r und p der Durchmesser der benutzten Wasserschale und der Halbmesser der Oelscheibe in Millimetern, sowie das Oelgewicht in Milligramm angegeben, unter d die aus r und p berechnete Oelscheibendicke im Moment des Zerreissens in Milliontel-Millimetern ($\mu\mu$). Spalte δ enthält die Abweichung des Einzelwerths d vom Mittelwerth. Neben dem Mittelwerth steht sein wahrscheinlicher Fehler. Ein Sternchen neben der Nummer eines Versuchs soll aussagen, dass die Oelscheibe nicht ganz gleichmässig zerriss, sondern nach dem Zerfallen noch einige grössere farbige Theile hinterliess.

Nr.	D	p	r	d	δ
	mm	mg	mm	$\mu\mu$	$\mu\mu$
1.	108	0,35	35	99	+ 12,5
2.	„	0,50	33	157	— 44,5
3.*	121	0,59	40	127	— 15,5
4.	„	0,22	33	70	+ 41,5
5.	„	0,33	38	79	+ 32,5
6.	„	0,54	37,5	133	— 21,5
7.	160	0,775	43	144	— 32,5
8.	„	1,00	45	170	— 58,5
9.	„	1,30	51	171	— 59,5
10.	„	0,44	45	75	+ 36,5
11.*	„	0,79	49	113	— 01,5
12.	„	0,30	44	54	+ 57,5
13.	235	1,08	68	80	+ 31,5
14.	„	0,70	52	89	+ 22,5
			Mittel:	111,5	± 7,04

Man bemerkt, dass bei gleicher Grösse der Wasserschale die berechnete Scheibendicke sich im Allgemeinen um so kleiner herausstellt, je weniger Oel man sich hat ausbreiten lassen. Das ist nach dem Vorbemerkten begreiflich, weil die Ausbreitung bei geringerer Oelmenge nicht hinreichend verlangsamt ist, um eine scharfe Auffassung des Augenblicks der Zerreissung zu gestatten, so dass man den Zerfall zu spät bemerkt, nämlich erst wenn die Tröpfchen bereits über den Ort hinausgefahren sind, den sie bei der Zerreissung einnahmen. Als Mittelwerth für die Dicke der Olivenölscheibe beim Zerreissen ist gefunden:

(111,5 $\pm$ 7,04) Milliontel-Millimeter.

Der wahrscheinliche Fehler lässt durch seine verhältnissmässige Kleinheit das Ergebniss zuverlässiger erscheinen, als von vorn herein erwartet wurde, nämlich bis auf den 15. oder 16. Theil des gefundenen Werths. Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung beträgt $\pm$ 26,35 $\mu\mu$. Schliesst man die vier Beobachtungen, welche mit der kleinsten und grössten Wasserschale gemacht wurden, also Nr. 1, 2, 13, 14 als weniger zuverlässig von der Berechnung aus, so erhält man den Werth

113,6 $\pm$ 9,02 $\mu\mu$.

b) Versuche mit **Rüböl** vom specifischen Gewicht $0{,}916_2$. Auch hier überzeugte ich mich durch eigene Wägungen, dass innerhalb 20 Minuten keine Gewichtsänderung des mit Oel benetzten Drahtes nachweisbar war. (Dagegen erwiesen entsprechende Beobachtungen mit Terpentinöl die schnelle Verdunstung dieses Stoffs.)

Die Buchstaben in der Tabelle sind wie in der vorigen zu verstehen.

Beim Versuch Nr. 6 hatte das Wasser vorher beinahe 2 Stunden frei gestanden; nach dem Zerfall zeigte sich noch ein farbiger Rest in der Mitte.

Nr.	D	p	r	d	δ
	mm	mg	mm	$\mu\mu$	$\mu\mu$
1.	121	0,32	40	70	+ 23,6
2.	„	0,558	43	105	— 11,4
3.	„	0,90	45	155	— 61,4
4.	„	0,19	40	43	+ 50,6
5.	„	0,71	55	81	+ 12,6
6.*	„	0,89	53	110	— 16,4
7.	„	0,56	42	110	— 16,4
8.	„	0,46	50	64	+ 29,6
9.	160	0,80	49	116	— 22,4
10.	„	0,48	45	82	+ 11,6
			Mittel:	93,6	± 6,82

Die mittlere Dicke der Rübölscheibe im Moment des Zerreissens ist also

(93,6 ± 6,82) Milliontel-Millimeter.

Der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messung beträgt ± 21,58 $\mu\mu$.

Ein paar Versuche sowohl mit Olivenöl als mit Rüböl mussten von der Berechnung ausgeschlossen werden, weil bei ihnen nach dem Zerreissen grössere stark gefärbte Oelmassen zurückblieben. Hier war also der Zerfall sicher kein gleichmässiger gewesen, so dass auch die Voraussetzung nahe gleicher Dicke der ganzen Scheibe nicht gemacht werden konnte. In diesen ausgeschlossenen Fällen war die angewandte Oelmenge meist etwas zu gross gewesen, so dass die (unter 2. erörterten) Versuchsbedingungen nicht richtig erfüllt waren. Diese von vorn herein verdächtigen Versuche führen auf Dickenwerthe, welche grösser als jeder der in den obigen Tabellen enthaltenen Werthe sind.

6. Die Wirkungsweite der Molekularkräfte. Versteht man unter dem Radius (ϱ) der Wirkungssphäre einer

Molekel diejenige Entfernung, innerhalb deren die von der Molekel ausgehende Wirkung auf andere Molekeln noch merklich ist, so ist ersichtlich, dass alle jene Molekeln einer Flüssigkeit, welche von der Oberfläche derselben um weniger als ϱ abstehen, vom Innern der Flüssigkeit her anders beeinflusst werden müssen als von der anderen Seite. Die Gesammtheit dieser Theilchen bildet die Oberflächenhaut, welche sich in ihrem physikalischen Verhalten von der inneren Flüssigkeit unterscheidet. So lange nun, beim Vorgange der Ausbreitung eines Flüssigkeitstropfens zu einer Scheibe, die Scheibendicke noch grösser als 2ϱ ist, d. h. so lange die Scheibe noch aus innerer Flüssigkeit nebst den beiden Oberflächenhäuten besteht, ist kein Grund zum gleichmässigen Zerfall der ganzen Scheibe ersichtlich. Letzterer kann erst dann eintreten, wenn die Dicke $=$ oder $< 2\varrho$ geworden ist. Es darf also behauptet werden, dass die Zerreissungsdicke $d =$ oder $< 2\varrho$ ist. Hiernach ist durch obige Versuche für den Radius der molekularen Wirkungssphäre bei Olivenöl und Rüböl eine untere Grenze gewonnen; es ist $\varrho >$ oder $= {}^1/_2\, d$; am wahrscheinlichsten wohl „Wirkungsweite = halber Zerreissungsdicke.“ Also

für Olivenöl $\varrho > \frac{1}{2} \cdot 111{,}5\, \mu\mu = 55{,}75\, \mu\mu$
für Rüböl $\varrho \geq \frac{1}{2} \cdot 93{,}6\, \mu\mu = 46{,}8\, \mu\mu$.

Bekanntlich hat Plateau[1]) auf Grund ähnlicher Ueberlegungen schon vor 30 Jahren einen Grenzwerth für dieselbe Grösse bei Glycerinflüssigkeit abgeleitet. So lange die Seifenblase besteht, muss die Dicke der Flüssigkeitsschicht noch $> 2\varrho$ sein. Nun bestimmte er auf optischem Wege die Dicke der die Seifenblase bildenden Lamelle dicht vor dem Zerreissen und fand sie $= 113{,}5\, \mu\mu$. Also war

$$\varrho < \frac{1}{2} \cdot 113{,}5\, \mu\mu = 56{,}75\, \mu\mu.$$

1) Poggendorff Annalen d. Ph. u. Ch. **114.** 1861. S. 604–608.

Dürfte man voraussetzen, was freilich schwerlich gestattet ist, dass ϱ für Glycerinflüssigkeit und für die von mir angewandten Oele denselben Werth hat, so wäre durch Verknüpfung meiner Versuche mit denen Plateau's ϱ zwischen sehr enge Grenzen eingeschlossen, nämlich:

$$56{,}75\,\mu\mu > \varrho > 55{,}75\,\mu\mu \text{ (resp. } 46{,}8\,\mu\mu).$$

Indessen ist jene Voraussetzung wohl unzulässig. Ausserdem dürfen die von mir gewonnenen Zahlen auch keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen. Also darf man wohl nur schliessen, dass die Methode der Oelausbreitung sehr nahe zu demselben Werth für den Radius der molekularen Wirkungssphäre führt wie die Plateau'sche Methode. — Ich habe oben u. A. auch einen Werth für die Zerreissungsdicke der Olivenölscheibe mitgetheilt, welcher sich bei Ausschliessung derjenigen Versuche ergiebt, die in der kleinsten und grössten Wasserschale angestellt waren. Dieser Werth 113,6 $\mu\mu$ ist mit dem von Plateau gefundenen Werth der Seifenblasendicke dicht vor dem Zerreissen zufälliger Weise sogar fast identisch.

Ueber die Gliederung der Familie der Sapindaceen.

Von L. Radlkofer.

(*Eingelaufen 1. März.*)

I. Einleitung.

Die systematisch geordnete Uebersicht der Sapindaceen-Gattungen, welche ich in dem „Index generum phanerogamorum“ von T. Durand zur Veröffentlichung gebracht habe (October 1887, im Separatabdrucke erschienen Januar 1888), hat mir zwar Gelegenheit gegeben, meine Anschauungen über die Umgrenzung der Familie und über die Gliederung in 14 Gattungsgruppen — Tribus — zum Ausdrucke zu bringen; es war mir aber durch die Einrichtung des genannten Werkes versagt, über das Sachliche hinauszugehen und auch die Gesichtspunkte darzulegen, welche mich bei der Umgrenzung und Gliederung der Familie geleitet haben, oder sie in letzterem Betreffe dem Leser wenigstens durch eine wenn auch noch so knappe Charakteristik der Gruppen anzudeuten. Noch weniger war es mir gegönnt, über die verwandtschaftliche Stellung der Familie selbst mich auszusprechen.

Es sei mir desshalb gestattet, die nöthigen Erörterungen über den Umfang, die Stellung und besonders die Gliederung der Familie der Sapindaceen, welch' letzteren Punkt ich auch in meinen sonstigen Schriften über diese Familie bisher nur theilweise berühren konnte (sieh die be-

treffenden Citate für die Tribus der Lepisantheen, Nephelieen und Cupanieen in Durand Index generum), an diesem Platze zu vereinigen.

Die eben berührten, von mir bisher veröffentlichten Schriften über die Sapindaceen sind: Sur la fleur des Sapindacées, Actes du Congrès tenu à Paris 1867, p. 23--26; On the structural peculiarities of certain Sapindaceous plants, Report Brit. Assoc. 1868, p. 109—111; Conspectus sectionum specierumque generis Serjaniae, Monachii 1874, 17 pp.; Sopra i vari tipi delle anomalie dei tronchi nelle Sapindacee, Atti del Congresso tenuto a Firenze 1874 (— impress. 1875, p. 60—65); Monographia Serjaniae, Monachii 1875, 392 pp.; Sopra un arillo speciale di una Sapindacea, Atti del Congresso tenuto a Palermo 1875 (— impr. 1877, p. 23—25, reimpr. in Nuovo Giornale Bot. Ital. 1878, p. 105--109); Ueber die Sapindaceen Holländisch-Indiens, Actes du Congrès tenu à Amsterdam 1877 (— Nachträge 1878; seors. impr. p. 1—103); Ueber die Entstehung der secundären Holzkörper im Stamme gewisser Sapindaceen, Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher 1877, p. 194—197; Ueber den systematischen Werth symmetrischer Blüthenbildung bei den Sapindaceen, ebenda p. 208 bis 209; Ueber Sapindus und damit in Zusammenhang stehende Pflanzen, Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. d. Wiss. 1878, p. 221—408; Ueber Cupania und damit verwandte Pflanzen, ebenda 1879, p. 457—678; Monographiae generis Serjaniae Supplementum, Abhandl. d. k. bayer. Acad. d. Wiss. 1886, p. 1–195 mit VIII Tafeln und 1 Karte; Sapindaceae in T. Durand Index generum phanerogamorum, seors. edit. m. Jan. 1888, p. 71—82.

II. Umgrenzung der Familie.

Was zunächst den Umfang der Familie betrifft, so habe ich mich an der Spitze der erwähnten Gattungsübersicht kurz dahin geäussert, dass ich die Familie gegenüber der von Bentham und Hooker ihr gegebenen Erweiterung in dem früheren, engeren Sinne nehme, nach welchem die jetzt gelegentlich sogenannten „eigentlichen Sapindaceen“ allein den Inhalt der Familie bilden, während die von Bentham und Hooker in dieselbe miteinbezogenen,

bis dahin als selbständige Familien betrachteten Hippocastaneen, Acerineen, Melianthaceen und Staphyleaceen wieder auszuscheiden und auch fortan wieder als selbständige Familien anzusehen sind.

Ich bemerke dazu Folgendes.

Die Hippocastaneen und Acerineen — um zuerst diese zu erledigen — sind sicherlich den Sapindaceen ausserordentlich nahe verwandt, so nahe, dass sie unbestritten unmittelbar neben denselben ihren Platz zu finden haben und mit denselben in eine grössere Gruppe vereinigt werden können. Dieselben erscheinen aber doch bei dem Gewichte, welches dem Blatte in der Familie der Sapindaceen für die Gruppirung der Gattungen, wie im später Folgenden sich zeigen wird, einzuräumen ist, von den eigentlichen Sapindaceen genugsam unterschieden, um meiner Meinung nach besser als besondere Familieen betrachtet zu werden, jene, die Hippocastaneen, ausgezeichnet durch gegenständige und zugleich handförmig zusammengesetzte Blätter, diese, die Acerineen, durch gegenständige und wenigstens meist handnervige Blätter, wozu für die Acerineen noch häufig ausserhalb des Discus, oder auf dem Discus (theilweise allerdings auch innerhalb desselben, wie bei den eigentlichen Sapindaceen und den Hippocastaneen) eingefügte Staubgefässe kommen und eine wenigstens bei vielen Arten in dem Mangel der Continuität zu findende Abweichung rücksichtlich des die Sapindaceen, wie weiter unten in der Charakteristik derselben hervorzuheben sein wird, auszeichnenden gemischten Sklerenchymringes an der Grenze der primären und secundären Rinde.

Eine ähnliche, vorzugsweise auf Charaktere des Blattes basirte Unterscheidung findet sich auch in anderen Theilen des Systemes, wie z. B. in der Sonderung der nebenblattlosen Caprifoliaceen von den mit Nebenblättern versehenen Rubiaceen. Die Hippocastaneen und Acerineen mögen

übrigens immerhin, wo ihre nähere Beziehung zu den Sapindaceen hervorzuheben ist, mit diesen zusammen als Sapindales, oder Sapindiflori, oder wie es sonst in ein jeweiliges System passen mag, bezeichnet werden.

Ich glaube auf diese beiden Gruppen nicht weiter eingehen zu sollen, da ich ihre Stellung unmittelbar neben den Sapindaceen, und zwar in directem Anschlusse an die letzte der von mir aufgestellten (14) Sapindaceen-Tribus als etwas ausser Frage Stehendes ansehe und es dabei als verhältnissmässig gleichgiltig — so zu sagen als Geschmacksache — betrachte, ob man die in Rede stehenden Gruppen als weitere Tribus der Sapindaceen, oder, wie ich es thue, als besondere, nächststehende Familien bezeichnet und anschliesst.

Nur das mag noch in Erinnerung gebracht sein, dass die Gattung Dobinea Ham. mss. ed. Dav. Don, 1825, die seit ihrer Aufstellung auffallender Weise unbeanstandet den Acerineen zugezählt worden ist, nicht zu diesen gehört, sondern, wie mir eine nach anatomischen und morphologischen Gesichtspunkten angestellte nähere Untersuchung gezeigt hat, und wie ich schon unter dem 12. März 1888 an Durand behufs entsprechender Veränderung ihrer Stellung in dem Index generum phanerogamorum berichtet habe, zu den Anacardiaceen (s. a. a. O., Addenda, p. 499). Das Nähere über diese Stellungsänderung habe ich in diesen Sitzungsberichten, Sitzung vom 3. Nov. 1888, p. 385—395, bereits dargelegt.

Seitdem ist den Acerineen ein Ersatz für diese Gattung zugewachsen in der neuen, eine echte Acerinee darstellenden Gattung Dipteronia, mit D. sinensis, welche D. Oliver in Hook. Icon. tab. 1898 (Oct. 1889) zur Veröffentlichung gebracht hat, und von welcher ich, Dank dessen gütiger Mittheilung, die Frucht zu untersuchen und den Mangel eines continuirlichen Sklerenchymringes der Rinde zu constatiren Gelegenheit gehabt habe.

Weiter scheint auch der Gattung Dobinea inzwischen ein Zuwachs geworden zu sein, in einer von Delavay in China gesammelten Pflanze nämlich, welche Baillon in dem Bullet. Soc. Linn. d. Paris, Mai 1887, p. 681, July und December 1889, p. 793 und 815 unter dem Namen Podoon Delavayi beschrieben und unter Erwähnung vermeintlicher Anklänge an die Phytolaccaceen und Polygoneen erst als einen reducirten Typus der Sapindaceen, nun aber als Typus einer besonderen „den Sapindaceen und folglich auch den Terebinthaceen nahe stehenden“ Familie der Podoonaceen bezeichnet hat. Mit der Hindeutung auf die Terebinthaceen, resp. Anacardiaceen, scheint der richtige Weg zur Unterbringung der Pflanze eingeschlagen zu sein. Ich habe zwar die zur Untersuchung erbetenen Theile der Pflanze noch nicht erhalten, es müsste aber sonderbar zugehen, wenn die im allgemeinen vorzüglich auf Dobinea passende Beschreibung von ihr, welche Baillon gegeben hat, auch eine generell von Dobinea verschiedene Pflanze sollte betreffen können. Der Art nach scheint übrigens die Pflanze, besonders nach dem, was Baillon zuletzt über die Wuchsverhältnisse, d. i. über ein Ausdauern der Pflanze durch eine unterirdische Knollenbildung bemerkt, allerdings von der allgemein als Strauch angesehenen Dobinea vulgaris Hamilt. mss. ed. Dav. Don aus Nepal, der bisher allein bekannt gewesenen Art der Gattung Dobinea, verschieden zu sein und somit den Namen Dobinea Delavayi zu verdienen.

Aus der Literatur der beiden von den Sapindaceen nun wieder abgetrennten Familien will ich nur die der auf Selbständigkeit wohl hinreichenden Anspruch besitzenden Hippocastaneen-Gattung Billia (s. darüber Baillon a. unt. a. O., p. 369) und ihrer beiden Arten hervorheben, da dieselbe in ihrer Synonymie bis in die Gattung Sapindus hinübergreift. Daran anschliessend mögen auch die mir bekannt gewordenen Materialien der beiden Arten Erwähnung finden.

Billia Peyr.

Putzeysia (non Klotzsch, 1855, quae Begoniacea) Planchon et Linden in Linden Catal. No. 12 (1857) p. 3, nec „No. 22 (1857)", uti in Prodr. N.-Granat. l. infra c. refertur. (Sine descriptione.)

— Koch in Berliner Gartenzeitung 1857, p. 242 n. 3. („Araliacea.")

— Pfeiffer Synonym. (1870) p. 356 n. 12623 (in Append.), nomine etc, „Lindl." pro Linden substituto.

— Pfeiffer Nomencl. bot. II (1874) p. 888; cf. l. antec.

Billia Peyritsch in Bot. Zeit. (von Mohl & Schlechtend.) XVI (1858), n. 22, p. 153.

— Id. ibid. XVII (1859) n. 25, p. 221.

— Id., in Linnaea XXX (1859) p. 67.

— Triana et Planchon, Prodr. Flor. Novo-Granat. in Ann. scienc. nat., 4. sér., XVIII (1862) p. 366 n. 6.

— Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 624.

— Pfeiffer Synonymia (1870) p. 304 n. 10723.

— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 410.

— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 424 n. „68?" (et p. 369).

Dodonaeacearum genus nov.? Turczan. in Bull. Mosc. XXXII, 1 (1859) p. 268; coll. Schlim n. 133; cfr. B. columb.

Aesculus spec. Benth. et Hook. Gen. I, 1 (1862) p. 398 n. 21.

Sapindus spec. Turczan. (1863); cfr. B. columb.

Spec. 1: **B. Hippocastanum** Peyr.

Billia Hippocastanum Peyritsch ll. cc; coll. Franco n. 208 (sphalmate? „218"), Heller n. 10.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 624 n. 1.

Aesculus mexicana (non „Benth. et Hook. Gen. I p. 398", ubi verbis „species Mexicana" patria tantum indicatur) Hemsley in Godm. & Salv. Biolog. Centr.-Amer., Bot. I (1879—81) p. 212 n. 1; coll. Galeotti n. 7075, Linden n. 24, Jürgensen n. 384, Franco, Heller.

Spec. 2: **B. columbiana** Planch. et Lind.

Putzeysia rosea Planchon et Linden in Linden Catal. n. 12 (1857) p. 3 (cf. supra), nec non in Catal. seriorib. ex. gr. No. 19 (1865) p. 12, No. 91 (1874) p. 53.

— — Koch l. c. (1857).

Dodonaeacearum genus nov.? Turcz. l. c. (1859); coll. Schlim n. 133.

Billia columbiana Planch. et Lind. in Triana et Planch. Prodr. Flor. Novo-Granat. in Ann. scienc. nat., 4. sér., XVIII (1862) p. 367; coll. Triana, Goudot, Schlim n. 133 (sphalmate 135, fide Hb. Boiss. et Turczan.), Linden.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 624 n. 2.

Sapindus trifoliatus Turczan. in Bull. Mosc. XXXVI, 2 (1863) p. 586; coll. Schlim n. 133; cf. Radlkofer in Sitzungsb. k. bayer. Acad. 1879, p. 580.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 629 n. 8.

Spec. 1: In Mexico: Linden n. 24 (Mirador, t. Hemsley); Ghisbreght! (Oaxaca, ao. 1838?; Hb. Paris.); Franco n. 208! (218 ex. Peyr. l. c.; Oaxaca, ao. 1842; Hb. Vindob.); Galeotti n. 4322! (Prov. de Oaxaca, Sierra alt. 6—7000'; Hb. Par.); id. n. 7075! (Jalapa alt. 4000', m. Jun.-Oct. 1840; Hb. Vindob.); Jürgensen n. 384 (ao. 1842—45; t. Hemsley); Heller n. 10! (Dos Puentes prope Mirador et Huatusco, ao. 1844—46, Hb. Vindob.; Zacuapan alt. 2000', Hb. Franqueville).

Spec. 2: In Novo-Granata et Venezuela, nec non in Guatemala: Goudot n. 123! (Quindio, ao. 1845, Hb. Boiss.; el Incencial t. Pl. & Lind. l. c.); Linden n. 1430! (Venezuela entre Agua de Obispo et la Peña, prov. de Truxillo, alt. 5700', m. Jul. 1843, flor.; Hb. Turczan.); Schlim n. 133! (N.-Granata, prov. Ocaña, alt. 1625 m, m. Sept. 1850, flor.; Hb. Turcz.); Karsten! (Venezuela, Barbacoas, prov. Truxillo; Hb. Vindob.); Triana! (Pacora, prov. d'Antioquia, alt. 2000 m; Hb. DC.); Bernouilli et Cario n. 2923! (Guatemala inter S. Martin et Mujulia, m. Febr. 1878; Hb. Gotting.). —

Was die von Bentham und Hooker den Sapindaceen beigezählten, aber durch das Vorkommen von Sameneiweiss erheblich davon abweichenden Melianthaceen und Staphyleaceen betrifft, welche ich eben dieses Vorkommnisses halber (und die letzteren auch des intrastaminalen Discus wegen) von den Sapindaceen abtrenne und wieder als selbständige Familien auffasse, so halte ich dafür, dass beide wieder an jenen Stellen des Systemes unterzubringen sind, an welchen sie vor Bentham und Hooker schon untergebracht waren. Ich will übrigens das, was nach den Meinungen der früheren Autoren für ihre Stellung als massgebend erschien, nicht auf's neue erörtern, sondern be-

gnüge mich, auf gewisse anatomische Verhältnisse hinzuweisen, welche diese Meinungen zu unterstützen geeignet erscheinen.

Die Staphyleaceen sind dem Gesagten gemäss wieder den Celastrineen zu nähern, wie unter anderem schon von De Candolle, Meisner und Endlicher geschehen ist. Die Auffassung dieser Autoren wird nunmehr nach den Ergebnissen der anatomischen Methode durch ein Verhältniss bekräftiget, welches für die Beurtheilung der Verwandtschaft der Gewächse überhaupt, wie ich nach bestimmten Beobachtungen anzunehmen mich veranlasst sah, und wie auf meine Anregung hin Herr Dr. Solereder durch ausgedehnte Untersuchungen erwiesen hat, sehr belangreich erscheint, nämlich die Beschaffenheit der Zwischenwände in den Gefässen des Holzes.

Den Staphyleaceen kommen, wie das auch bei gewissen Celastrineen und anderen Celastrales (namentlich den Ilicineen), nicht aber bei den Sapindaceen der Fall ist, leiterförmig durchbrochene Gefässzwischenwandungen zu von vollkommen typischer, durch die Ausbildung zahlreicher Querspangen als solche sich darstellender Beschaffenheit. Ich werde am Schlusse dieser Abhandlung bei der Betrachtung der verwandtschaftlichen Stellung der Sapindaceen und ihrer Beziehungen zu den Celastrales auf dieses Verhältniss zurückkommen. Daran reiht sich noch das Fehlen des für die Sapindaceen charakteristischen, schon (p. 107) erwähnten Sklerenchymringes bei den Staphyleaceen[1]).

Für die Melianthaceen, deren Annäherung an die Sapindaceen durch Planchon und Hooker mancherlei

1) Denselben kommen isolirte primäre Bastfaserbündel zu (Staphylea, Euscaphis und Turpinia), wie auch der schon in Durand Index p. 83 von mir hieher verbrachten Gattung Huertea, auf welche ich in diesem Abschnitte noch zurückkommen werde.

Ungenauigkeiten und unhaltbare Auffassungen zu Grunde liegen, wie aus den betreffenden Erörterungen in den Transact. Linn. Soc. XX, 3, 1851, p. 403 und in Journ. Bot. XI, 1873, p. 353 etc. hervorgeht, erscheint als die geeignetste Stellung die von den älteren Autoren ihnen angewiesene in der Nähe der Zygophylleen, wie bei dem älteren und jüngeren Jussieu, bei Meisner, Endlicher und Lindley (s. A. L. de Jussieu Gen. Pl., 1789, p. 296, woselbst die Zygophylleen-Gattungen in eine erste Gruppe der Rutaceen vereiniget sind und über Melianthus die Bemerkung beigefügt ist: „Genus Tropaeolo affine calicis cucullo, petalorum et staminum situ"; Adr. de Jussieu Mém. Rutac. 1825, p. 460, seors. impr. p. 76, mit der Bemerkung: „Cum Tropaeolo Meliantho, propter calicis cucullum staminumque et petalorum situm quaedam similitudo potius quam affinitas? Ovulis, fructu tetraptero loculicido - 4 - valvi, seminis perispermo cartilagineo embryonem viridescentem involvente, foliis denique compositis et stipulaceis, accedit magis ad Zygophylleas"; Meisner Gen. Pl. 1837, p. 59; Endlicher Gen. Pl. 1840, p. 1165; Lindley Veget. Kingd., 1846, p. 479), und in der Nähe der beiden mit den Geraniaceen nun vereinigten Gruppen der Pelargonieen oder Tropaeoleen, wie bei Adanson (Fam. d. Pl. II, 1763, p. 388, woselbst in der Familie der Geranien auf Tropaeolum die Gattungen Cardiospermum, Melianthus und Geranium folgen), und der (rhaphidenführenden) Balsamineen, wie bei Linné (Praelect. in Ord. nat. ed. Gisecke 1792, p. 371, Familie der Corydales), welche Gruppen alle, wo überhaupt Symmetrie der Blüthe auftritt, median-symmetrische Blüthen, wie die Melianthaceen, besitzen, mit mehr oder weniger Neigung zur Aussackung oder spornartigen Vertiefung des nach der Abstammungsaxe gekehrten (zweiten oder bei den Balsamineen mit Primulaceen-Einsatz vierten) Kelchblattes

und theilweise auch zur Verkümmerung der in der Symmetralen gelegenen Staubgefässe (Tropaeolum nach Eichler, Blüthendiagramme II, p. 297) und Blumenblätter (Tropaeolum aduncum und pentaphyllum, ebenda), was bei den Sapindaceen alles nicht der Fall ist. Diese Stellung der Melianthaceen wird, — um von den in den Schriften der eben genannten Autoren in Betracht gezogenen Charakteren des Habitus, der Blüthe und der Frucht nicht weiter zu sprechen — von anatomischer Seite, ausser durch das auch hier, wie bei den Staphyleaceen, beobachtete Fehlen eines Sklerenchymringes[1]), wieder durch ein sehr wesentliches Merkmal unterstützt, durch die Gestaltung nämlich des bei den betreffenden Gewächsen zur Ablagerung gelangenden oxalsauren Kalkes. Diese Ablagerung geschieht in der für viele Gewächse charakteristischen Form von Rhaphiden bei der Meliantheen-Gattung Greyia Hook. & Harv. einerseits (in Mark und Basttheil der Markstrahlen, neben Zellen mit Krystalldrusen in Mark, Bast und primärer Rinde; weiter auch in den Blüthentheilen, besonders den Blumenblättern und der Fruchtknotenwandung), wie andererseits bei den Balsamineen; sodann statt in Rhaphiden, in der bekanntlich (s. Radlkofer, Beitrag zur afr. Flora in Abh. d. naturw. Ver. z Bremen, VIII, 1883, p. 438, Anm. 2 und Solereder, Holzstructur etc., 1885, p. 41, n. 2) als Ersatz für solche geltenden Form von Säulenkrystallen (d. i. gestreckt prismatischen Krystallen — Styloiden, wie man sie zweckmässig nennen könnte) einerseits wieder bei den Meliantheen-Gattungen Melianthus L. und Bersama Fresen. (in allen Theilen: Axe und Blatt, Anthere, Pericarp und Samenschale nahe dem Nabel), wie andererseits in der Rinde von Guajacum und auch anderer Zygo-

1) Bei Melianthus fehlen sklerenchymatische Elemente überhaupt, bei Greyia und Bersama kommen nur isolirte Bastfasergruppen vor.

phylleen (Porliera hygrometrica R. & P., Larrea mexicana Moric.).

Ein ähnliches Vorkommniss, durch welches die nahe Verwandtschaft zweier, von manchen Autoren einander bereits genäherter Familien, der Cucurbitaceen und der Begoniaceen nämlich, in helleres Licht gesetzt wird, ist das Auftreten von cystolithenartigen Ablagerungen, welche ich in jüngster Zeit im Parenchyme gewisser Begonia-Arten in ganz ähnlicher Weise, nämlich als kalkfreie Doppelcystolithen ausgebildet gefunden habe, wie sie unter den Cucurbitaceen bei Momordica Charantia L. ebenfalls, und zwar in den Epidermiszellen vorkommen, hier übrigens neben kalkhaltigen, welch' letztere seiner Zeit Penzig bei M. Charantia L. und einer als M. echinata W., aber kaum richtig, bezeichneten Art beobachtet und beschrieben hat (s. Bot. Centralblatt VIII, 1881, p. 393 etc.).

Kalkfreie Cystolithen, d. h. Körper, wie sie nach der Lösung des eingelagerten kohlensauren Kalkes als sogenannte Skelette der gewöhnlichen Cystolithen zurückbleiben, finden sich — gelegentlich als durchsichtige Punkte hervortretend — bekanntlich auch bei gewissen Pflanzen derjenigen beiden Familien, bei welchen die Cystolithen am verbreitetsten und am eingehendsten untersucht sind, nämlich der Urticaceen (s. Bokorny in Flora 1882, p. 356 etc. betreffs Ficus cordata und elastica) und der Acanthaceen (s. Hobein in Engler's bot. Jahrbüch. V, 1884, p. 425 und 437, betreffs Harpochilus und Clistax, und Radlkofer in diesen Sitzungsber. 1886, p. 325, betreffs Meninia turgida Fua, i. e. Cystacanthus sp. Benth. Hook. Gen. II, p. 1098). Kalkfreie und kalkhaltige Cystolithen erscheinen somit, zumal die Kalkeinlagerung auch bei derselben Pflanze in den Cystolithen verschiedener Organe (s. Hobein l. c. p. 425) oder selbst des gleichen Organes (wie eben für Momordica Charantia erwähnt) eine wechselnde sein kann, nicht als wesentlich verschiedene Gebilde. Uebrigens könnte man immerhin, um die Besonderheit hervorzuheben und einen Widerspruch in dem Namen zu vermeiden, die kalkfreien Cystolithen und namentlich die in manchen Beziehungen eigenartigen der Begoniaceen mit einem besonderen Namen, wie etwa Cystotylen (Zellschwielen) belegen.

Bei den betreffenden Begonia-Arten (B. luxurians Ch. Lehm., B. sanguinea Raddi, B. vitifolia Schott γ. bahiensis A. DC. etc.) sind die in Rede stehenden Gebilde in zwei benachbarten Zellen als

sogenannte Doppelcystolithen ausgebildet mit annähernd halbkugeliger Gestalt des einzelnen Paarlings, Penzig's Abbildungen entkalkter Doppelcystolithen von „Momordica echinata" (a. a. O. Taf. II, Fig. 3 und 5) nahe kommend. Auch Drillinge kommen vor und bei Begonia sylvatica Meisn. mss. ed. A. DC. selbst Doppelpaare von Cystolithenzellen, viergliedrige, den Gefässbündeln parallele Zellreihen bildend mit kürzeren Zellen in der Mitte, längeren an den Enden. Die Begonia-Cystolithen finden sich im inneren Gewebe der Blattspreite mit für die Doppelcystolithen meist parallel der Blattfläche gelagerter Verbindungsfläche, weiter im Gewebe des Blattstieles und im Marke. Am getrockneten Blatte treten sie, wie die kalkfreien Cystolithen mancher Urticaceen und Acanthaceen (s. im Vorausgehenden) und wie die Cystolithen von Momordica nach Penzig auch am lebenden Blatte, gelegentlich als durchsichtige Punkte hervor, dadurch z. B. auch bei B. tomentosa Schott, B. Saxifraga A. DC., B. scandens Sw. (coll. Wullschlaegel n. 1307) ihre Gegenwart verrathend. Sie sind deutlich geschichtet, aber nicht doppelt brechend. Eigenthümlich sind sie durch ein radiär gestreiftes und granulirtes Aussehen, sowie durch ihr reactives Verhalten (zu dessen Feststellung zumeist eine nicht sicher bestimmte lebende Pflanze des Münchener Gartens diente). Sie geben an Alkohol einen Theil ihrer Substanz (harzige Infiltrationsmasse?) ab und quellen dann im Wasser wie verschleimte Membranen bis zum Unsichtbarwerden auf, treten aber bei Wasserentziehung (durch Alkohol) mit mehr oder minder deutlicher Schichtung wieder hervor. Durch Jod und Schwefelsäure färben sie sich, wie das übrigens auch bei anderen Cystolithen, wenigstens für einen Theil ihrer Masse der Fall ist, nicht blau, sondern tief gelbbraun, wie cuticularisirte Membranen, bestehen also jedenfalls nicht aus reiner Cellulose. Ein gleiches Verhalten zu Jod und Schwefelsäure hat auch Penzig für den inneren Theil, den sogenannten Kern der Momordica-Cystolithen beobachtet, welchem auch das granulirte Aussehen der entsprechenden Gebilde von Begonia zukommt und allem Anscheine nach auch eine brüchig gallertige Beschaffenheit, wie sie an verletzten Cystolithen von Begonia sich zu erkennen gibt.

Die in Rede stehenden Cystolithen der Begoniaceen und Cucurbitaceen zeigen so jedenfalls sehr nahe Beziehungen zu einander, wenn auch die einen und die anderen wieder ihre zum Theile auf einzelne Arten beschränkten Besonderheiten haben.

Ehe ich einzelne dieser erwähne, mag noch der Bemerkung Raum gegönnt sein, dass eine gewisse Aehnlichkeit sowohl nach ihrer

Erscheinung überhaupt als nach ihrem reactiven Verhalten auch die von Oudemans und Leitgeb (s. Sitzungsber. d. Wiener Akad. XLIX, 1, 1864, p. 275 etc.) erwähnten „kugeligen Zellwandverdickungen" in der Wurzelhülle von Sobralia und anderen Orchideen zeigen, bei deren Untersuchung Leitgeb selbst auch schon die Cystolithen als Vergleichsobject in Betracht gezogen hat (l. c. p. 281, 283).

Zu den Besonderheiten nun gehört z. B. für Momordica (M. Charantia L.) das schon von Penzig erwähnte ausschliessliche Vorkommen an der unteren Blattfläche in vergrösserten Epidermiszellen, welche in das innere Blattgewebe stark vorspringen, während bei Begonia die Epidermis stets frei von Cystolithen ist.

Eine weitere solche Besonderheit ist das Auftreten von förmlichen Siebfeldern an der Membran der die Cystolithen bergenden Zellen, zwischen diesen und den benachbarten Blattfleischzellen offenbar die Communication erleichternd und mitunter für einen ganzen Kreis solcher Nachbarzellen ausgebildet. Es waren diese Felder besonders deutlich bei einer von Penzig nicht untersuchten Momordica-Art, M. pterocarpa Hochst. (coll. Schimp. Sect. I, n. 187). Bei M. Charantia L. waren dieselben nur spärlich wahrzunehmen. Ebenso bei M. echinata W., resp. Mühlenb., d. i., der Cucurbitaceenmonographie von Cogniaux in DC. Suites etc. III, 1881, p. 815 gemäss, Echinocystis lobata Torr. & Gray, von welcher mir ein authentisches Exemplar von Mühlenberg selbst vorlag, sowie nach Cogniaux's Urtheil damit übereinstimmende spontane und cultivirte Materialien.

Daran erwies sich wieder als Besonderheit für diese Art, dass die Cystolithen nur in den Zellen der Haare, besonders der Haarbasis, und an der oberen Blattseite auch in den die Haare umgebenden Epidermiszellen vorkommen, und daraus ergibt sich, wie oben angeführt, dass Penzig unter dem Namen M. echinata eine andere Pflanze vor sich gehabt haben muss, da in seinen Angaben nichts von Haaren und einer Beziehung der Cystolithenzellen dazu zu finden ist. Zugleich weist das, was Penzig über die Bracteen seiner Pflanzen anführt, auf eine Art von Momordica, nicht auf Echinocystis hin.

Die Cystolithen der Begoniaceen scheinen, wie die der Cucurbitaceen ein Charakteristicum für die damit versehenen Arten zu bilden. Demgemäss dürfte eine Untersuchung der zahlreichen Begonia-Arten auf das Vorkommen dieser (bei B. xanthina Hook., Wallichiana Steudel, suaveolens Lodd. z. B. feh-

lenden) Gebilde für die Systematik belangreich sein. Dabei wären auch andere anatomische Eigenthümlichkeiten, besonders des Blattes, zu berücksichtigen, wie das Auftreten von Hypoderm (z. B. bei B. luxurians) und das Vorkommen von verzweigten Spicularzellen in der Blattspreite (wie ebenfalls wieder bei B. luxurians und nach Haberlandt — zur Anatomie von Begonia, 1888, Separatabdr. aus den Mittheil. d. naturwissensch. Vereines in Steiermark, p. 4, 8, Fig. 5, 6 — bei B. imperialis Ch. Lehm. var. smaragdina), gelegentlich mit einem Krystalle in der Mitte dieser Zellen (bei B. arborescens Raddi).

Ich will bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dass Cystolithen, welche bis vor kurzem nur bei den Urticaceen, Acanthaceen und Cucurbitaceen bekannt waren, in jüngerer Zeit durch die Arbeiten meiner Schüler auch bei den Gyrocarpeen nachgewiesen worden sind (sieh Solereder über den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen 1885, p. 42 und 126, sowie in Engler's bot. Jahrbüch., X, 1888, p. 512 etc., Taf. XIV) und bei den Olacineen, Tribus der Opilieen (sieh Edelhoff, vergleichende Anatomie des Blattes der Olacineen, in Engler's bot. Jahrbüchern VIII, 1886, p. 128 etc., Sep.-Abdr. p. 31 etc.), bei welch' letzteren gleichzeitig auch von Valeton (Critisch Overzicht der Olacineae B. & H., 1886, p. 149) Cystolithen in „Rinde und Phloëm der Zweige" gefunden worden sind.

Endlich füge ich den eben genannten 5 Familien, für welche bis jetzt das Vorkommen von Cystolithen bekannt geworden war, nach eigenen Beobachtungen, wie im Vorausgehenden die Begoniaceen als sechste, so als siebente auch noch die Familie der Cordiaceen hinzu, für welche cystolithenartige Ablagerungen in den Haaren, ähnlich den von Mohl, Schleiden und de Bary (s. des Letzteren vergl. Anat., 1877, p. 112) für die Boragineen angegebenen, zwar schon von Vesque (Les tissus etc. in Nouv. Arch. d. Mus. d'Hist. nat., 2. sér., IV, 1881, p. 19; Caractères d. Gamopétales etc. in Ann. Scienc. nat., 7. sér., I, 1885, p. 295, tab. XIV, fig. 1) erwähnt und abgebildet worden sind, jedoch ohne dass die in schönster Weise ausgebildeten Cystolithen, welche hier unabhängig von den Haaren in besonderen Epidermiszellen (wie bei den Urticaceen und Acanthaceen) vorkommen, von demselben berührt worden wären.

Um aus einer vorläufigen Umschau über das Vorkommen dieser Cystolithen bei den Cordiaceen einiges anzuführen, so bemerke

ich, dass dieselben bald mit, bald ohne kalkige Incrustation im Blatte zahlreicher, aber nicht aller Arten der Gattung Cordia (einschliesslich der von A. de Candolle noch unter dem Gattungsnamen Varronia aufgeführten 3 Arten) sich finden. So habe ich sehr schöne und in reichlichem Masse ausgebildete Cystolithen in besonderen, zu den Haaren in keiner Beziehung stehenden Epidermiszellen bei keiner der mir zur Hand gewesenen 7 von den 13 in DC. Prodr. aufgeführten Arten der zugleich durch das Auftreten von sternförmigen oder zweiarmigen Haaren ausgezeichneten Section Gerascanthus vermisst. Es waren das Cordia gerascanthoides Kunth, Gerascanthus Jacq., alliodora Cham., excelsa A. DC., Chamissoniana Steud., cujabensis Manso & Lhotzk. und glabrata A. DC., n. 2, 5, 6, 8, 9, 10 und 11 des Prodromus, die erste und letzte mit zweiarmigen Haaren, wie sie auch bei C. abyssinica R. Br. (Varronia a. A. DC.), C. Myxa L. und wohl noch manchen anderen (z. Th. neben Borstenhaaren), namentlich an jungen Blättern, vorkommen. Die Cystolithen geben sich hier und bei vielen anderen Arten, besonders schön und deutlich z. B. bei C. Myxa, schon unter der Lupe als erhabene Punkte am getrockneten Blatte zu erkennen und sind häufig kalkfrei. Uebrigens kommen kalkfreie und kalkhaltige, und letztere zum Theile (bei beträchtlicherem Kalkgehalte nämlich) auch doppelt brechend, neben einander in demselben Blatte vor (C. Gerascanthus). Stiel und Schichtung sind bald mehr, bald weniger deutlich entwickelt. Der Stiel erweist sich (bei C. Gerascanthus z. B.) als verkieselt. Das an ihn sich anschliessende Schichtencentrum, seltener auch die äusseren Schichten zeigen nach dem Entkalken mit Jod und Schwefelsäure Cellulosereaction. Die betreffenden Zellen — die Lithocysten — gehören der Epidermis des Blattes an und treten besonders, und in besonderer Grösse, an der oberen Blattseite auf, meist nur mit einem kleinen Theile ihrer Wandung an der Bildung der äusseren Blattfläche sich betheiligend. Ist die Cystolithenbildung in ihnen eine sehr geringe, so stellen sie am trockenen Blatte, statt erhabener, vertiefte und gelegentlich auch durchsichtige Punkte dar (C. glabra Cham., magnoliaefolia Cham., brachytricha Fresen.), wie die kalkfreien Cystolithen gewisser im Vorausgehenden erwähnter Pflanzen (Ficus cordata Thunb., Meninia turgida Fua — s. diese Sitzungsber. 1886, p. 325, 326). An der lebenden Pflanze können auch kalkhaltige Cystolithen als durchscheinende Punkte hervortreten (C. Myxa des Münchener Gartens). Auch etwas den Doppelcystolithen sich Näherndes, nämlich Gruppen von zwei oder drei Cystolithen, resp. Cystolithenzellen, ge-

ringerer Grösse kommen vor, z. B. an der Unterseite des Blattes von C. Gerascanthus.

Zu fehlen scheinen die Cystolithen z. B. bei C. nodosa Lam. (C. collococca, non L., Aubl. — nicht „callococca", wie es bei dieser und der Linné'schen Art in DC. Prodr. IX, p. 475, 499 und p. 500 unter C. ehretioides Lam. heisst, da der Linné'sche, von P. Browne entlehnte Name, wie der schon von Plukenet (t. 158 f. 1) und von Sloane erwähnte Vulgärname „Clammy cherry", auf das viscide Fleisch der Frucht sich bezieht, welche auch schon Plukenet als „fructus viscosus", nicht villosus, wie es in dessen Citat bei Poiret Encycl. VII, p. 42 heisst, bezeichnet hat — mit winkelig-buchtigen Epidermiszellen und kleinen Aussendrüsen auf derbwandiger, becherförmiger Stielzelle) und bei einer in der Flor. bras. Fasc. XIX, 1857, p. 16 von Fresenius zu C. umbraculifera A. DC. gebrachten Pflanze von Spruce, n. 1019, (ebenfalls mit kleinen Aussendrüsen und mit knötchenförmigen Erhabenheiten auf der Oberseite des trockenen Blattes, welche hier aber nicht von Cystolithen, sondern von Sklerenchymfasern im Blattfleische herrühren). Ebenso bei der Gattung Patagonula, der einzigen, welche mir von den übrigen Cordiaceen-Gattungen in entsprechendem Materiale noch zur Verfügung stand (P. americana L. β hirsuta Fresen. l. c. p. 27). Von Saccellium konnte ich nur einen der von Bonpland an das Herb. de Candolle mitgetheilten Fruchtkelche und eine zufällig in denselben gelangte Blüthenknospe untersuchen, welche Krystallsand aufwiesen, namentlich in der Krone und dem Mittelbande der Antheren, Cystolithen aber nicht. Da in Benth. Hook. Gen. II diese Gattung nur fragweise zu den Cordiaceen gestellt ist, unter Hinweisung auf die Abweichungen in den Angaben von Bonpland und Miers, so füge ich hier bei, dass sich mir die Angaben von Miers, abgesehen von der Ableugnung des von Bonpland erwähnten Sameneiweisses, als die correcteren erwiesen haben, und dass namentlich aus der von Miers sehr deutlich hervorgehobenen, aber nicht gut gezeichneten, fächerartigen Längsfaltung der Cotyledonen die Zugehörigkeit zu den Cordiaceen für Saccellium sich unzweifelhaft ergibt. Das Sameneiweiss, über dessen Gegenwart auch Baillon in seiner Mittheilung über die Blüthe der Pflanze (nach Materialien des Herb. Bonpland, in Bullet. Soc. Linn. de Paris No. 103, Jan. 1890, p. 818) schweigt, ist spärlich, nur 2 bis 3 Zellschichten stark, wie die Cotyledonen Oel und Aleuron enthaltend (nicht „mehlig", wie Bonpland es nennt). Es zieht sich in zusammengedrückten Resten auch zwischen die Cotyledonen und ihre Falten hinein, gerade wie es in Benth. Hook.

Gen. II, p. 833 für die Convolvulaceen in angeblichem Gegensatze zu den Cordiaceen geschildert wird. Dieser Gegensatz existirt nicht wirklich. Auch bei Cordia ist vielmehr, wie mir vergleichende Untersuchungen gezeigt haben, ein spärliches Sameneiweiss vorhanden und ein Ueberrest desselben zwischen den Falten der Cotyledonen zu finden. Darnach sind die Angaben der Autoren zu berichtigen.

Bei manchen Arten sind die Lithocysten mehr oder weniger weit in Haare (mit ziemlich dicker Wandung und oberflächlichen, kalkhaltigen Knötchen) entwickelt (in allen beliebigen Graden, z. B. bei der von A. DC. zu C. macrophylla Mill., von Grisebach aber in Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 480 zu C. sulcata A. DC. gerechneten Pflanze von Sieber aus Martinique, n. 59), mit oft seitwärts an der Grenze zwischen dem freien Theile des Haares und seiner eingesenkten, erweiterten Basis befestigten Cystolithen. Bei wieder anderen, wie C. trachyphylla Mart., C. scabrida Mart. und der mit kleinen Aussendrüsen versehenen C. affinis Fresen. findet man nur in den Haaren cystolithenartige Ablagerungen, zum Theile ähnlich, wie sie Schleiden für Ficus Carica (und als blosse Füllmasse des Haarkanales für Borago officinalis) gezeichnet hat (Grundz. d. w. Bot., 2. Aufl., I, 1845, p. 328, 329). Diese „Cystolithenhaare" („poils cystolithiques") sind es, auf welche schon Vesque nach dem oben Angeführten gemäss einer Beobachtung an Cordia ferruginea aufmerksam gemacht hat, unter Vergleichung derselben mit ähnlichen Haaren auf der Narbe von Tournefortia angustifolia (Ann. Sc. n., 7. ser., I, 1885, p. 295). Vielfach zeigen dann auch die rosettenförmig in der Umgebung des Haares angeordneten Zellen solche Ablagerungen, und gerade diese erscheinen meist reichlich mit Kalk imprägnirt, so dass die ganze Zellrosette als weisses, schuppenartiges Gebilde über die benachbarte Blattfläche hervortritt, und in jeder dieser Zellen schon unter der Lupe die kalkige Masse erkennbar ist. So bei C. subopposita A. DC., mirabiliflora A. DC. und vielen anderen. In manchen Fällen erstreckt sich bei älteren Blättern die Ablagerung auch auf die sämmtlichen oder doch viele der zwischen den Rosetten gelegenen Epidermiszellen, wie bei anscheinend zu C. Sebestena L. gehörigen Exemplaren aus den Antillen von Crudy im Herb. Monacense. Aber auch kalkfreie cystolithenartige Ablagerungen kommen in den Zellrosetten an der Haarbasis und da und dort auch in den zwischen diesen gelegenen Epidermiszellen vor, wie z. B. bei C. ambigua Cham.

Aehnliche schuppenartige Zellrosetten mit cystolithenähnlichen

Kalkablagerungen kommen bekanntlich bei gewissen Boragineen, besonders bei Cerinthe, vor und haben schon seit langem entsprechende Beachtung gefunden. Sie sind seinerzeit von Mohl (bot. Zeit. 1861, p. 229) und de Bary (s. a. ob. a. O.), neuerdings ferner von Vesque (a. a. O. p. 294, 295 als „plaques cystolithiques") hervorgehoben worden. Bachmann führt sie in seiner Untersuchung über die Schildhaare (Flora 1886, p. 411, Sep.-Abdr. p. 24) als „Scheinschildhaare" oder „Scheinschülferchen" für Cerinthe und Ehretia auf und reiht ihnen (a. a. O. und p. 428) ähnliche durch Verkieselung von haartragenden (oder mit Haarrudimenten versehenen) Zellrosetten entstehende Gebilde bei gewissen Verbenaceen (Tectona grandis), Urticaceen (Humulus, Ulmus) und Dilleniaceen (Hibbertia, Doliocarpus, Curatella) an. Die letzteren beider Familien haben, wie auch die Chrysobalaneen und Compositen (Helianthus, Obeliscaria, Heliopsis), in der gleichen Hinsicht auch schon Mohl und de Bary genannt (s. a. a. O.). Man kann diesen Familien, bei welchen gelegentlich (z. B. bei Helianthus) Einlagerung von Kalk neben der Kieselerde in den Zellwänden vorkommt, wie umgekehrt bei den Cystolithen neben Kalk auch ein Kieselskelet, noch weiter gewisse Halorageen (z. B. Goniocarpus scaber Thb.) an die Seite stellen und besonders gewisse Cucurbitaceen (z. B. Coccinia cordifolia Cogn. β Wightiana), bei welchen analoge, verkieselte Zellrosetten — man könnte sagen Kieselschülferchen — vorkommen, welche sich dadurch wirklichen Schülferchen nähern, dass sie in Folge einer Faltung der Epidermis oder auch nur der äusseren Wandung der betreffenden Epidermiszellen mit freiem Rande über die Blattfläche vorspringen, während ihre vertiefte Mitte einer ein- oder mehrschichtigen Gruppe ebenfalls verkieselter Zellen des Diachymes aufsitzt. Bei gewissen Cucurbitaceen sind in den betreffenden Zellen der Epidermis und des Diachymes zugleich verkalkte, cystolithenartige Ablagerungen (Protuberanzen) vorhanden (s. Coccinia quinqueloba Cogn.), so dass dadurch ein Uebergang von den Kieselschülferchen zu den schon oben (p. 117) erwähnten Cystolithen-Rosetten und Cystolithen-Haaren der Cucurbitaceen gegeben erscheint. Ebensolche verkalkte, cystolithenartige Ablagerungen finden sich auch in vielen Kieselrosetten von Tectona grandis, welchen bei anderen Verbenaceen gleichfalls wieder Cystolithenhaare mit Cystolithenrosetten zur Seite stehen, wie schon Vesque (a. a. O. p. 337) für Verbena, Lippia und Lantana unter besonderer Hervorhebung von „Lippia Montevidensis", d. i. Lantana Sellowiana Link & Otto, (a. a. O. Taf. XV,

Fig. 5) richtig angegeben hat, wobei er jedoch gelegentlich des Hinweises auf vorausgegangene Mittheilungen neben den Boragineen wohl nur irrthümlich die Bignoniaceen und wohl nur statt der Acanthaceen nennt. Ich füge der genannten Lantana, um auch für die Gattungen Verbena und Lippia bestimmte Pflanzen namhaft zu machen, beispielsweise noch Verbena Caroliniana L. und Lippia Schaueriana Mart. hinzu.

Den Cystolithen-Haaren und -Rosetten der Cucurbitaceen und Verbenaceen sowie der schon vor diesen erwähnten Boragineen und Cordiaceen reihen sich auch noch ganz ähnliche Vorkommnisse bei den nahe verwandten, in dieser Hinsicht auch von Vesque (Caract. d. Gamop. l. c. p. 297) schon erwähnten Hydrophyllaceen an, wie mir zur Orientirung auch auf diese Familie ausgedehnte Untersuchungen gezeigt haben. Ich nenne besonders Codon Royeni L., Emmenanthe penduliflora Benth. und Phacelia tanacetifolia Benth., welch' letztere Pflanze auch Vesque neben Nemophila und Hydrophyllum namhaft gemacht hat. Bei der erstgenannten dieser Pflanzen erstrecken sich, ähnlich wie bei Coccinia quinqueloba unter den Cucurbitaceen, die Ablagerungen mitunter auch auf die Pallisadenzellen.

Die Zahl der cystolithenführenden Familien steigt damit, wenn wir jene mit Cystolithen-Haaren und -Rosetten, resp. mit cystolithischen Protuberanzen (aber nicht eigentlichen Cystolithen und Cystotylen), einrechnen und die Cordiaceen als besondere Familie (neben den Boragineen) zählen, auf 10. Es sind das, nach chronologischen und verwandtschaftlichen Anhaltspunkten geordnet, die Urticaceen und Acanthaceen, die Cucurbitaceen und Begoniaceen, die Gyrocarpeen und Olacineen; die Cordiaceen; die Boragineen, Hydrophyllaceen und Verbenaceen. Ob auch die Orchideen nach dem oben p. 117 erwähnten Vorkommnisse hier anzureihen seien, lasse ich bis zu erneuter Untersuchung derselben dahingestellt sein. Ebenso lasse ich die Mittheilung von Ed. Heckel über das Vorkommen von Cystolithen bei der Rubiaceen-Gattung Exostemma (in Bullet. Soc. bot. d. France, XXXV, 1889, p. 400), da an den wenigen, im Augenblicke hier zur Verfügung stehenden Arten solche nicht zu finden waren, bis zu weiterer Bestätigung auf sich beruhen.

In systematischer Hinsicht scheinen besonders die eigentlichen Cystolithen belangreich zu sein, wie die seinerzeit auf meine Veranlassung bei den Acanthaceen von Herrn Dr. Hobein durchgeführten Untersuchungen gezeigt haben.

Es verdient somit das Vorkommen solcher Cystolithen bei den Cordiaceen, ebenso wie das bei den Begoniaceen, der Verwerthung für das System halber eine ausgedehnte, vergleichende Untersuchung. (Ich freue mich, hier noch mittheilen zu können, dass Herr Dr. C. Mez eine solche vergleichende Untersuchung für die Cordiaceen diesen Winter in München unternommen und zu vorläufigem Abschlusse gebracht hat, sowie, dass auch die der Begoniaceen im Werke ist.)

Das Gleiche gilt von einem zweiten bei verschiedenen Arten der Gattung Cordia beobachteten und vielleicht ganz allgemein hier verbreiteten interessanten Vorkommnisse, nämlich von dem bald mehr (C. Gerascanthus Jacq., reticulata Vahl etc.), bald weniger (C. Myxa L., umbraculifera A. DC. etc.) reichlichen Auftreten eines eigenthümlichen Inhaltes in den Zellen des Blattfleisches, des Pallisadengewebes sowohl wie des Schwammgewebes, bei älteren Blättern, welcher sich bei näherer Untersuchung als ein festes, krystallinisches Fett erwies — ein Vorkommniss, welches meines Wissens noch nirgends bei Blättern beobachtet worden ist, welches aber wahrscheinlich mehrfach sich finden dürfte und welches mir auch bei gewissen Combretaceen bereits wieder begegnet ist, wie weiter meinem Assistenten, Herrn Dr. Solereder, bei gewissen Cinchoneen.

Dieser Inhalt stellt im getrockneten Blatte brockige oder (entsprechend der Gestalt der Pallisadenzellen) mehr minder keulenförmige Massen dar, welche stark doppeltbrechend sind und welche diese Eigenschaft weder durch die Einwirkung von Javelle'scher Lauge verlieren, noch durch nachheriges Auswaschen mit Wasser und Behandlung mit Jodlösung (wodurch bei C. reticulata Gelbfärbung derselben veranlasst und da und dort Einlagerung von Stärkekörnchen nachgewiesen wird), noch durch weiter folgende Behandlung mit verdünnter oder concentrirter Schwefelsäure. In Alkohol löst sich derselbe nicht, ausser beim Kochen, wohl aber in Aether. Beim Erhitzen bis zur Bräunung der Zellwände verschwindet derselbe. Beim Erwärmen in Wasser schmilzt er und erscheint nun in Form von Oeltropfen. In Ueberosmiumsäure wird er grau bis schwarz.

Bei den Combretaceen (Bucida Buceras L., Terminalia lucida Vahl etc.) tritt dieser Inhalt am deutlichsten nach der Aufhellung der betreffenden Präparate durch Javelle'sche Lauge hervor, in fast jeder Zelle des Pallisadengewebes und in vielen des Schwammgewebes in Form rundlich-eckiger Massen, welche bei einigen dieser Pflanzen (wie Terminalia macroptera Mart., Hb. Fl. bras. n. 453)

auch doppelt brechen, wenigstens zum Theile (wie bei Terminalia Boivini Tul., coll. Boivin n. 2685), bei anderen (wie Buchenavia capitata Eichl.) dagegen nicht, in kaltem Alkohol sich nicht verändern, in Aether aber sich lösen und in Ueberosmiumsäure braun bis schwarz und vacuolig werden.

Bei Cinchona Calisaya Wedd. (an von Hasskarl gesammeltem und mitgetheiltem Materiale) finden sich neben derartigen compacteren, doppeltbrechenden Massen auch halbflüssige, einfach brechende und eben solche bei Exostemma angustifolium Röm. & Schult. (Originalexemplar von Swartz aus Jamaica). In Alkohol werden dieselben nur vacuolig; in Aether lösen sie sich; in Ueberosmiumsäure werden sie schwarz.

Ein ganz ähnliches Vorkommniss habe ich weiter bei den älteren Blättern gewisser Sapotaceen beobachtet (Achras Sapota L., Sideroxylon inerme L., Arten von Mimusops), bei welchen der betreffende, in ganz ähnlicher Weise abgelagerte und im Blatte vertheilte, stark doppeltbrechende Körper aber nach seiner Löslichkeit und seinem reactiven Verhalten kautschukartige Natur verrieth. Derselbe löst sich in Aether nicht, dagegen in Chloroform und Benzol. In Ueberosmiumsäure tritt keine, oder nur eine oberflächliche Trübung ein.

Ich habe darüber schon früher gelegentlich der Ueberführung der Gattung Reptonia von den Theophrasteen zu den Sapotaceen in diesen Sitzungsberichten Mittheilung gemacht (1889, p. 267).

Eine Ablagerung eines fettartigen Körpers, welche übrigens in mehrfacher Hinsicht abweichende Verhältnisse zeigt, ist auch bei gewissen Sapindaceen zu beobachten (Arten von Thouinia, Alectryon, Xerospermum etc.).

Schliesslich sei hier noch bemerkt, dass die in dieser Einschaltung enthaltenen Mittheilungen bereits im August 1889 niedergeschrieben waren, also geraume Zeit vor dem Erscheinen von Kohl's „Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze." Ich habe geglaubt, dieselben unverändert lassen zu sollen, obwohl rücksichtlich manchen Punktes Beziehung auf die Arbeit von Kohl hätte genommen werden können. Dem Leser wird es leicht sein, das selbst zu thun. Nur das mag hier hervorgehoben sein, dass den im Vorausgehenden (p. 123) genannten 10 (oder mit Einschluss der Orchideen 11) Familien mit Cystolithen und cystolithenartigen Ablagerungen nach Kohl's Angaben auch noch die Loasaceen beigezählt werden können, mit Rücksicht auf das Vorkommen entsprechender Ablagerungen in den Haaren von Cajophora lateritia (p. 132, Taf. IV, Fig. 37) und Gronovia

scandens (ebenda, Fig. 39 und 46), welch' letztere Pflanze Kohl übrigens noch als Cucurbitacee aufführt. Nicht berührt sind dagegen bei Kohl von jenen 10 Familien die Begoniaceen, Olacineen, Cordiaceen, Hydrophyllaceen und Verbenaceen.

Nebenbei mögen ferner den von Kohl angeführten Pflanzen mit Kieselerdeablagerungen im Inneren bestimmter Zellen nach einer zuerst an einem fructificirenden Exemplare von Angiopteris evecta Hoffm. im Münchener Garten gemachten Beobachtung die Marattiaceen beigefügt sein, welche in einzelnen oder zu zweien und mehreren (bis zu 12 und 18) an der unteren Blattfläche zwischen den Spaltöffnungen neben einander liegender Epidermiszellen je einen länglich runden, die Zelle fast ganz erfüllenden Ballen von Kieselerde mit fein grubiger oder traubiger Oberfläche und vacuoligem Inneren besitzen, jedoch nicht ausnahmslos. Einzelne derartige Zellen zeigte mir eine als Marattia fraxinea L. aus Kew mitgetheilte Pflanze vom Cap-Lande, coll. Burchell n. 5821; armzellige Gruppen zeigte die erwähnte Angiopteris evecta Hoffm. des Münchener Gartens; reichzellige die im Kew-Cataloge unter n. 3183 ebenso bezeichnete Pflanze von Wight. Zu fehlen scheinen sie bei Kaulfussia und Danaea. Beim Verbrennen der Epidermis in der Weingeistflamme werden die Kieselballen bis auf einen farblos bleibenden Saum braun, was auf einen Gehalt von organischen Substanzen oder ein Eindringen solcher während der Verbrennung schliessen lässt; bei vollständiger Veraschung des Gewebes bleiben die Ballen ohne solche Färbung zurück.

Ich nehme, da Kohl diese Ablagerungen nicht erwähnt hat, an, dass sie der Aufmerksamkeit der Beobachter bisher sich entzogen haben. Auch in R. Kühn's Untersuchungen über die Anatomie der Marattiaceen (Flora, Jahrg. LXXII, Dec. 1889, p. 457 etc.) ist nichts darüber zu finden.

Die Verwandtschaft der Meliantheen mit den Zygophylleen bekundet sich endlich auch durch die Uebereinstimmung in der Beschaffenheit der Pollenkörner von Guajacum einerseits (s. Mohl über den Bau und die Formen der Pollenkörner, p. 99), von Melianthus, Greyia[1]) und

1) Bei dieser Gelegenheit mag ein Irrthum berichtiget sein, der sich in die Auffassung des Fruchtknotens von Greyia eingeschlichen hat (s. Benth. Hook Gen. I, p. 1000; Baillon Hist. d. Pl. V, p. 426). Derselbe ist vollständig 5-fächerig, nicht bloss „halb 5-fächerig",

Bersama andererseits; ferner in der Beschaffenheit des äusseren, arillös-baccaten Theiles der Samenschale von Guajacum und des Arillus von Bersama, welche beide beim Schütteln mit Wasser die Bildung eines längere Zeit stehen bleibenden Schaumes veranlassen; endlich in der Lage des Embryo innerhalb des knorpeligen Sameneiweisses.

Eine erwähnenswerthe, meines Wissens noch bei keiner anderen Pflanze beobachtete Eigenthümlichkeit zeigt, wie hier beigefügt sein mag, Bersama (B. abyssinica Fresen., von welcher Art allein mir vollständig ausgereifte Samen vorlagen) darin, dass die Verdickungen der Endospermzellen zu untereinander anastomosirenden, die Zelle durchquerenden (mit Jod und Schwefelsäure sich intensiv blau färbenden) Zellstoffbalken ausgebildet sind. Bei Melianthus (M. comosus Vahl) war an den verhältnissmässig dünnwandigen Endospermzellen solches nicht zu beobachten. —

Zu entfernen sind ausserdem aus der Familie der Sapindaceen, wie ich am Schlusse der mehrerwähnten Gattungsübersicht in dem Index Durand schon angeführt habe, die in Bentham und Hooker Genera bei ihr, sei es in der Tribus der „Sapindeae", sei es in der Tribus der „Dodonaeae" untergebrachten Gattungen Akania, Alvaradoa, Aitonia und Ptaeroxylon mit bald grossem (Akania), bald spärlichem, aber doch deutlichem Sameneiweisse, welches den Gattungen Alvaradoa, Aitonia und Ptaero-

---

und die Samenknospen sind im inneren Winkel jedes Faches inserirt, nicht an „parietalen Placenten." Der Irrthum ist daraus entstanden, dass die Fächer, resp. Fruchtblätter, seitlich frei und nur in der Axenlinie des Fruchtknotens durch ein lockeres, von einer Höhlung durchzogenes Gewebe verbunden sind, so dass sie schon bei einem nicht sorgsam genug ausgeführten Querschnitte (wie auch bei der Fruchtreife) an dem inneren Winkel sich öffnen, indem die Ränder jedes Fruchtblattes unter Zerreissung des centralen Gewebes sich von einander trennen, während sie mit den Rändern der benachbarten Fruchtblätter verbunden bleiben (bei der reifen Frucht übrigens nur in ihrer unteren Hälfte). Ein derartig veränderter Fruchtknoten ist es, welchen die Querschnittszeichnung in Harvey's Thesaurus capensis I (1859), Taf. 1 Fig. 8 darstellt.

xylon in Bentham und Hooker Gen. vergeblich abgesprochen wird, während für Akania darin eine Angabe fehlt, da die Frucht damals noch nicht bekannt war („fructus non visus" l. c. I, 1862, p. 409). Diese 4 Gattungen verrathen alle viel nähere Beziehungen zu anderen Gruppen als zu den Sapindaceen, zu den Staphyleaceen nämlich, den Simarubaceen, den Meliaceen und den Cedrelaceen, wie ich schon in dem Index Durand ausgesprochen habe.

Als vollständig zweifelhafte Gattungen sind endlich bei der verwandtschaftlichen Gruppirung der Sapindaceen ausser Betracht zu lassen die beiden Gattungen Eustathes Lour. und Apiocarpus Montrous., welche bisher den Sapindaceen zugewiesen waren, für welche aber die Zugehörigkeit zu irgend einer bestimmten Familie wegen der Unvollständigkeit der betreffenden Charakteristiken und wegen des Mangels entsprechender Materialien sich nicht feststellen lässt, so dass sie bis zur etwaigen Gewinnung weiterer Aufschlüsse über sie auf sich zu beruhen haben und nur in einem Verzeichnisse ähnlicher „Genera dubia" als Anhang des ganzen Systemes Platz finden können.

Es sei über diese 6 Gattungen im Folgenden das Nöthige beigebracht.[1])

---

1) Von anderen in früherer oder in neuerer Zeit mit Unrecht zu den Sapindaceen gebrachten Gattungen und Arten, welche ich schon in meinen früheren Mittheilungen an die richtige Stelle, an der sie nun auch im Index Durand zu finden sind, verwiesen habe, wie Blepharocarya Ferd. Müll. — deren Zugehörigkeit zu den Anacardiaceen Ferd. v. Müller nun selbst in dem 4. Supplemente seines „Census" (1889, p. 8) anerkannt hat — und die ganze Reihe der auf 14 verschiedene Familien sich vertheilenden, früher bei Sapindaceen-Gattungen untergebrachten (50) Arten, welche ich in meiner Abhandlung über Sapindus etc. (Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. 1878) in Tabelle I und Anhang dazu (p. 298—313) aufgeführt habe und denen sich ähnliche aus den Familien- und Gattungsnamen des Registers oder entsprechender Tabellen zu entnehmende in meiner Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens (1877—78),

Für Akania hat bereits Ferd. v. Müller (Fragmenta IX, 1875, p. 89 und Additam. p. 197) nach dem Bekanntwerden der Frucht und des Samens „mit einem den Cotyledonen an Dicke gleichkommenden Eiweisskörper" die Ansicht ausgesprochen, dass dieselbe „ungeachtet der zerstreut stehenden und nebenblattlosen Blätter" zu den Staphyleaceen mit wohl ausgebildetem Eiweisskörper und intrastaminalem Discus zu verbringen sei, und es ist dieser Ansicht günstig, dass in dem Verwandtschaftskreise der (nach dem Vorausgehenden) wieder zu den Frangulaceen von Endlicher, d. i. den Celastrales von Bentham und Hooker, zurückzuführenden Staphyleaceen — also innerhalb des von diesen und den Celastrineen, Olacineen, Ilicineen, Stackhousiaceen, Chailletiaceen, Rhamneen und Ampelideen gebildeten Kreises — ein Discus perigynus calyci adnatus und dem entsprechend perigyne Insertion der Staubgefässe und Blumenblätter, wie bei Akania, wiederholt zu finden ist (unter den Celastrineen mehrfach und am deutlichsten wohl bei Glossopetalum, unter den Olacineen bei Liriosma und Lepionurus, weiter bei Stackhousia, unter den Rhamneen bei Rhamnus selbst und bei verschiedenen Colletieen, während in der Tribus der Gouanieen die Blüthe sogar epigynisch wird).

über Cupania etc. (Sitzungsb. 1879) und im Supplemente von Serjania (1886) anschliessen, will ich hier, da ich sie als abgethan betrachte, keine weitere Erwähnung thun. Nur an Serjania Vell. = Lantana sp. (cf. Serj. Suppl. p. 1) und Schieckea Karsten = Maytenus tovarensis m. (cf. üb. Sapindus etc., 1878, p. 312, 383) mag hier erinnert sein, da die erstere im Index Durand gar nicht, die letztere wenigstens nicht an der rechten Stelle in Betracht gezogen wurde, beides ohne mein Verschulden. Nur dort und nicht schon früher sind dagegen angeführt: Valenzuelia S. Mutis (non Bertero) = Picramnia Sw. und Alectryon canescens DC. = Terminalia canescens m. (T. circumalata Ferd. Müll.).

Uebrigens würde der Discus perigynus, welcher für Akania in Verbindung mit dem Habitus auch an eine Verwandtschaft mit den Rosaceen (Quillajeen) denken liesse, für sich allein eine Einreihung der Pflanze bei den Sapindaceen noch nicht unbedingt ausschliessen, da man ja auch den einseitig erweiterten Discus mancher Sapindaceen, wie z. B. von Llagunoa, als einen „Discus calyci adnatus" auffassen kann, eine ähnliche Beschaffenheit des Discus auch bei anderen Discifloren, welche den Sapindaceen nahe stehen, gelegentlich vorkommt, z. B. bei Garuga unter den Burseraceen, bei Thyrsodium unter den Anacardiaceen, und die Insertion der Staubgefässe überhaupt nicht den hohen Werth, den man ihr früher für die Classification beigelegt hat, besitzt. Es hat das schon Baillon bei der Besprechung von Akania in dem Bullet. Soc. Linn. de Paris Nro. 28, Oct. 1879, p. 224 hervorgehoben, und ich pflichte demselben darin vollständig bei. Nicht ebenso aber, wenn derselbe gegenüber F. v. Müller die Gattung Akania, wofür er wirkliche Gründe nicht beibringt, als näher mit der Sapindaceen-Gattung Xanthoceras, denn mit den Staphyleaceen verwandt erklärt, und in meiner abweichenden Ansicht hierüber kann mich auch der Umstand nicht beirren, dass Baillon (Hist. d. Pl. V, 1874, p. 358) Xanthoceras selbst wegen der zahlreichen Samenknospen und der schuppenlosen Blumenblätter als einen den Staphyleaceen sich nähernden Typus bezeichnet, wofür jedenfalls der bei Xanthoceras, wie bei allen typischen Sapindaceen, extrastaminal auftretende Discus und der eiweisslose Same nicht spricht. Was er von den bei Akania nur in der Zweizahl in jedem Fache vorhandenen Samenknospen hervorhebt, dass sie, die eine zur rechten, die andere zur linken des Innenrandes inserirt, sich anfänglich mehr oder weniger genau den Rücken zukehren, („Il n'y a que deux ovules dans chacune des trois loges; insérés l'un à droite et l'autre à

gauche du bord interne, ils se tournent d'abord plus ou moins nettement le dos" Bull. l. c.) ist ganz geeignet, die Verwandtschaft mit Staphylea noch weiter plausibel zu machen, bei welcher Gattung die, wie bei Akania, rein anatropen Samenknospen, deren Mittelebene horizontal steht, mit ihrer Rhaphe ebenfalls einander zugekehrt sind. Die eben erwähnte Angabe Baillon's lässt sich übrigens mit jener in Baillon Hist. d. Pl. V, p. 412: „ovulis in loculis 2, superpositis, descendentibus" und mit der an Blüthe und Frucht von Akania zu machenden Beobachtung, dass die Rhaphe ventral (und nicht dorsal) gelegen ist, die hängenden Samenknospen also epitrop sind, wohl nur durch die eben stillschweigend gemachte Annahme vereinbaren, dass Baillon unter dem Rücken der Samenknospe die Rhapheseite verstanden habe, mit welcher die etwas seitlich gewandten und an die benachbarten Scheidewände sich anschmiegenden Samenknospen ursprünglich mehr als später einander zugekehrt sein mögen. Gewisse Veränderungen in der Lage erfahren auch die Samenknospen von Staphylea, welche bei Staphylea pinnata in zwei Paaren (bei anderen Arten zu mehreren) über einander stehen, ursprünglich heterotrop sind, mit aussen neben dem Nabel gelegener Micropyle, später aber durch eine Neigung nach oben oder unten, oder durch eine geringe Drehung um ihre horizontal stehende Axenlinie bald epitropen bald apotropen Samenknospen sich nähern. Etwas Aehnliches scheint auch bei der Staphyleengattung Turpinia stattzufinden, wenn anders der Widerspruch in den Angaben von Bentham und Hooker „ovula adscendentia" und „semina pendula vel axi horizontaliter affixa" sich lösen lassen soll. Baillon stellt die Samenknospen von Turpinia (Hist. d. Pl. V, p. 343) als aufsteigend und apotrop dar. Ein Seitenstück zu den hängenden Samenknospen von Akania, aber mit Rhaphe dorsalis, findet sich unter den nahe verwandten Celastrineen bekanntlich bei

Cassine; epitrope Samenknospen unter den Celastrales bekanntlich bei Rhamnus, aber in aufrechter Stellung.

Was die Annäherung von Akania an Staphylea weiter unterstützt, ist die Aehnlichkeit in der Beschaffenheit des Pollens. Derselbe ist bei Staphylea kugelig mit drei Längsfalten und je einer Pore in der Mitte dieser, die Exine feingrubig punktirt. Bei Akania erscheint er durch Abplattung der Kugelgestalt mehr oder weniger kuchenförmig mit entsprechend verkürzten Längsfalten.

Die Hauptsache aber bleibt der Same mit verhältnissmässig grossem Eiweisskörper und mit geradem Embryo. Dieser Same ist nach Grösse und Gestalt, und ebenso in seinen anatomischen Verhältnissen sehr ähnlich dem von Staphylea und weicht nur hinsichtlich des Vorkommens einer arillösen Bedeckung davon ab, worin er aber wieder mit dem der Staphyleaceen-Gattung Euscaphis in hohem Masse übereinstimmt. Um gleich diesen Punkt zu erledigen, so wird für Euscaphis Sieb. et Zucc., welche Gattung Baillon mit Triceros Lour., d. i. Turpinia Vent. vereinigt, in Bentham et Hooker Gen. angegeben: „Semina arillata, testa ossea“ und in Baillon's Hist. d. Pl. V, p. 392: „Semina 1 — ∞, integumento extimo duro vel plus minus carnoso, arilliformi.“ Die letztere Angabe kommt dem Sachverhalte näher als die erstere; das was man als arillose Bedeckung des Samens bezeichnen kann, ist nämlich nichts anderes als eine Schichte markig-weichen, luftführenden Gewebes, welche lediglich von den sehr hohen, 6seitig-prismatischen Epidermiszellen gebildet wird, während der darunter befindliche beinharte Theil der Samenschale aus dickwandigen, rundlichen Sklerenchymzellen besteht. Bei Akania verhält sich die Sache ganz ähnlich, nur sind die hohen Epidermiszellen schmächtiger und zartwandiger, führen fettes Oel und etwas Stärke in ihrem Innern und bilden so eine fleischig-weiche Gewebeschichte; an der Basis ihres äusseren

Vierttheiles sind sie wellig in 8—10 aneinander gepresste Querfalten gelegt, so dass der oberhalb gelegene Theil bei oberflächlicher Untersuchung leicht für eine besondere Zelle genommen werden kann. Bei Staphylea sind die Epidermiszellen nieder, die Samenschale aber sonst wie bei Akania (und Euscaphis) beschaffen, der Hauptsache nach aus rundlichen, dickwandigen Sklerenchymzellen gebildet. Nach innen geht das Sklerenchymgewebe bei Akania, wie bei Staphylea, in dünnwandiges schwammförmiges Gewebe über, an dessen äusserer Grenze die Gefässbündel verlaufen, und welches sich unter Zerreissen der Zellen als eine Art innerer, scheinbar freier, dem Sameneiweiss anhaftender Samenhaut ablöst (von F. v. Müller a. a. O. als „endopleura a testa omnino libera, livida, fulvescens, membranacea" beschrieben). In der Chalazagegend bildet dieses Gewebe einen scharf abgegrenzten, runden, dunklen Hagelfleck oder Nabelfleck (sogenannten inneren Nabel), in welchem sich die Gefässe der Rhaphe allseitig ausbreiten, um dann in mehrere Bündel sich zu sammeln und über die der Rhaphe gegenüberliegende Seite des Samens bis in die Micropylegegend zu verlaufen. In allen diesen Stücken zeigt der Same von Staphylea die grösste Aehnlichkeit mit dem von Akania. Ebenso in der Beschaffenheit des fleischigen, ölreichen, stärkelosen Eiweisskörpers, welcher über den Rändern der Cotyledonen verhältnissmässig dünn ist. Nur der Embryo, welcher ebenfalls ölreich ist, zeigt in seiner Lage insofern eine Verschiedenheit, als die Berührungsebene der flach aneinander liegenden Cotyledonen bei Staphylea mit der symmetrischen Theilungsebene des Samens zusammenfällt, bei Akania dagegen diese der Länge nach rechtwinkelig schneidet. Dass solcher Wechsel in der Lage des Embryo auch bei nächst verwandten Gewächsen nicht ausgeschlossen ist, dafür sind Beispiele nicht schwer zu finden: so unter den Celastrales Rhamnus Frangula mit ähn-

lichem Verhalten wie Staphylea, und dem gegenüber Rhamnus cathartica; unter den Sapindaceen die lomatarrhizen Cupanieen gegenüber den notorrhizen u. s. w. Das Würzelchen des Embryo liegt bei Akania, wie bei Staphylea, entsprechend der anatropen Beschaffenheit der Samenknospen, dicht neben dem Nabel. Die gegentheilige Angabe von F. v. Müller „radicula .... ab hilo remotissima“ (Fragm. IX, 1875, p. 90) ist unrichtig, wie derselbe brieflicher Mittheilung gemäss selbst auch schon erkannt hat. Der Irrthum beruht wohl zweifellos auf einer Verwechselung von Nabel und Chalaza, dem sogenannten inneren Nabel, welch' letzterer offenbar auch in der Angabe „Hilum fere sesquilineare, ovale, brunneum“ von F. v. Müller unter „Hilum“ verstanden worden ist, eine Verwechselung, welche bei Untersuchung des von der Schale befreiten Samenkernes leicht sich einstellen kann.

Zu den bisher erwähnten Momenten, welche für die Entfernung der Gattung Akania aus der Familie der Sapindaceen und ihre Ueberführung in die Familie der Staphyleaceen sprechen, kommt nun auch noch das Resultat der anatomischen Untersuchung der Vegetationsorgane, insbesondere des Zweiges. Diese zeigt, dass in der Rinde ein continuirlicher, aus Bastfaserbündeln und zwischen diese eingeschobenen Steinzellen bestehender, also gemischter Sklerenchymring, wie er nach dem später (über die Charakteristik und die anatomischen Verhältnisse der Sapindaceen) Mitzutheilenden den Sapindaceen fast ausnahmslos eigen ist, bei Akania fehlt, obgleich ihr zahlreiche Bastfasern zukommen; weiter, dass die Gefässe des Holzes bei Akania neben einfach durchbrochenen auch leiterförmig durchbrochene Zwischenwände besitzen, welch' letztere bei den Staphyleaceen sich ausschliesslich finden und bei den ihnen nach Endlicher, Agardh und Anderen, wie schon im Vorausgehenden betont wurde, zu-

nächst verwandten Celastrineen, wie bei Akania, neben einfach durchbrochenen und, wie bei Akania, mit zum Theile unter einander schief anastomosirenden Querspangen.

Uebrigens stellt sich Akania immerhin als ein von dem gewöhnlichen abweichender Typus der Staphyleaceen dar, was ausser durch die deutlichere Perigynie durch die zerstreuten, nebenblattlosen Blätter zum Ausdrucke kommt (Aehnliches findet sich aber auch bei anderen Staphyleaceen nach den Angaben in De Candolle Prodr. II, 1825, p. 2 „foliis oppositis, rarissime alternis" für die Familie und p. 3 „paniculae ramis superioribus alternis" für Turpinia paniculata, sowie in Benth. Hook. Gen. I, p. 413 für Turpinia: „Folia exstipulata . . ."), weiter durch den doppelten Staubblattkreis (in welcher Hinsicht sich Analoges unter den Celastrineen in der Gattung Glossopetalum[1]) findet) und durch die hängenden epitropen Samenknospen,

---

1) Die Gattung Glossopetalum hat bekanntlich A. Gray zu den Staphyleaceen gebracht, mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit ihrer Frucht mit der von Euscaphis, und da ihm das Vorkommen kleiner, zehenförmiger Stipulargebilde an der Spitze der Blattscheide, namentlich bei einer zweiten von ihm aufgestellten Art, G. Nevadense, gegen die Zugehörigkeit zu den Celastrineen zu sprechen und selbst eine Beziehung zu Purshia unter den Rosaceen anzudeuten schien (sieh Proceed. Amer. Acad. XI, 1876, p. 73 und Bot. of California I, 1876, p. 108). Ich möchte unter Belassung derselben bei den Celastrineen in ihrer Frucht lieber nur einen Fingerzeig für die nahe Verwandtschaft der Celastrineen und Staphyleaceen sehen. Die Gefässzwischenwände sind bei der von mir untersuchten Art, Glossopetalum spinescens A. Gray, wie das bei den Celastrineen die Regel zu sein scheint, nur in der Nähe des primären Holzes leiterförmig, im übrigen einfach durchbrochen. Das Holzprosenchym ist deutlich hofgetüpfelt. Erwähnenswerth ist nebenbei eine sehr starke Einsenkung und Ueberwölbung der Spaltöffnungen an der Epidermis der Zweige gegenüber einer geringen Einsenkung derselben am Blatte.

sowie in anatomischer Hinsicht durch einen nur undeutlichen Hof an den Tüpfeln des Holzprosenchymes gegenüber den deutlichen Hoftüpfeln der übrigen Staphyleaceen, welchem Verhältnisse übrigens hier desshalb weniger Gewicht beizumessen sein dürfte, weil auch bei den nahe verwandten Celastrineen neben hofgetüpfeltem Holzprosenchyme auch einfach getüpfeltes vorkommt (sieh Solereder, über den systematischen Werth der Holzstruktur, 1885, p. 100), und weil auch bei einer anderen zu den Staphyleaceen die nächsten Beziehungen verrathenden Gattung, der Gattung Huertea R. et P., das Holzprosenchym nicht mit Hoftüpfeln versehen ist.

Dass Huerta meiner Meinung nach zu den Staphyleaceen zu verbringen sei, habe ich bereits in dem Index generum von Durand (p. 83) ausgesprochen. Die Gattung ist bekanntlich von Baillon (Hist. d. Pl. V, 1874, p. 404) zu den Sapindaceen und zwar zwischen die Gattungen Melicocca und Alectryon gestellt worden, nachdem sie seit Poiret (1821) von den meisten Autoren zu den Terebinthaceen und zwar bei Endlicher und in Benth. Hook. Gen. I, p. 428 zu den Anacardiaceen, bei Meisner zu den Burseraceen gerechnet worden war. Nur durch Sprengel hat dieselbe bereits einmal eine Annäherung an Staphylea in so fern erfahren, als sie mit der letztgenannten Gattung von ihm fragweise den Rhamneen beigezählt worden ist (Syst. Veg. I, 1825, p. 518, n. 851). Für ihre Zugehörigkeit zu den Staphyleaceen, wofür die volle Sicherheit allerdings erst von dem Bekanntwerden der Frucht zu erwarten ist, spricht ausser dem Habitus besonders die perigyne Insertion des einfachen (fünfgliederigen, mit den Blumenblättern alternirenden) Staubblattkreises, die Gestalt der Samenknospen, welche nicht gekrümmt (wie bei den Sapindaceen und mehr oder minder auch bei den Anacardiaceen), sondern einfach anatrop (und dabei apotrop und aufsteigend) sind, das Vorkommen von drüsenartigen Gebilden an der Blättchenbasis, welche den Stipellen von Staphylea und Turpinia gleichwerthig erscheinen, und endlich ein in seinem Werthe schon im Vorausgehenden bezüglich der Staphyleaceen selbst betontes anatomisches Merkmal, nämlich das Auftreten ebenso typischer, reichspangiger, leiterförmiger Durchbrechung der Gefässzwischenwände, wie bei den eigentlichen

Staphyleaceen, denen sich Huertea noch näher als Akania anzuschliessen scheint. Auch sie bildet übrigens einen etwas anomalen Typus in der Familie der Staphyleaceen, wie sich aus der zerstreuten Stellung der Blätter ergibt, ferner aus dem nach oben unvollständig zweifächerigen Fruchtknoten mit nur einer Samenknospe in jedem Fache, ferner aus dem schon oben erwähnten Fehlen von Hoftüpfeln im Holzprosenchyme. Dass Huertea weder zu den Sapindaceen, noch zu den Anacardiaceen (oder Burseraceen) gehöre, das zeigt ausser dem schon Angeführten einerseits das Fehlen eines continuirlichen Sklerenchymringes in der Rinde, andererseits das Fehlen von Balsamgängen im Weichbaste — wenigstens was die mir allein zur Untersuchung verfügbar gewesene westindische Art betrifft, Huertea cubensis Griseb., Cat. Pl. Cubens., 1866, p. 66, coll. Wright n. 2276. Was die von Grisebach an der eben angeführten Stelle noch weiter mit der Gattung in Beziehung gebrachte Pflanze aus der Sammlung von Spruce in Peru, n. 4193 angeht, so habe ich schon in dem Index Durand bemerkt, dass sie eine Burseracee sei: Crepidospermum Goudotianum Triana et Planch. (sieh Engler Monogr. 1883, p. 93).

Ich schliesse meine Bemerkungen über Akania, indem ich noch erwähne, dass die Blättchen unterseits stark papillös sind, mit zwischen die Papillen eingesenkten und in kleine Grübchen zusammengedrängten Spaltöffnungen, und indem ich die Literatur der Gattung und Art, sowie das Materialienverzeichniss zur Erleichterung der Arbeit für einen künftigen Monographen der Staphyleaceen hier beifüge.

Akania Hook. fil.

Akania Hook. f. in Benth. et Hook. Gen. I, 1 (1862) p. 469 n. 59, excl. syn. „? Apiocarpus Montrousier“ ibid. in Addend. p. 1000 adjecto.
— Bentham Flor. Austral. I (1863) p. 471 n. 14.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 412.
— Baillon in Bull. Soc. Linn. d. Paris No. 28 (1879) p. 224.
Cupania sp. Ferd. Müller (1862—3); cf. infra.
Harpullia? sp. Ferd. Müller (1862—3); cf. infra.
Terebinthacea Decaisne t. Baillon in Bull. etc. l. c. (1879).

Spec. 1: **A. Hillii** Hook. f.

Akania Hillii Hook. f. l. c. (1862).
— — Bentham l. c. (1863).

Akania Hillii Baillon l. c. (1874).
— — Ferd. Müller Fragm. Phytogr. Austr. IX, Fasc. 76 (1875) p. 89 c. obs. „Genus ad tribum Staphylearum transmovendum"; Additamenta p. 197.
— — Ferd. Müller Syst. Census Austral. Pl. (1882) p. 24.
Cupania lucens Ferd. Müller Fragm. Phytogr. Austr. III (1862—63) p. 44 c. obs. „Harpullia?"
Harpullia? sp. Ferd. Müller, cf. loc. anteced.

In Australia orientali extratropica prope sinum Moreton Bay: Leichhardt (ad sinum Moreton Bay, Queensland); Hill (in sylvis ad flumen Pine River, Queensland); Beckler! (ad flumen Clarence River, New South Wales); C. Moore (ad flumen Richmond River, New South Wales); A. Henderson! (ibid.).

Culta in Horto algeriensi du Hamma ex Baillon in Bull. etc. l. c. —

Alvaradoa ist schon von ihrem Autor, Liebmann, nur fragweise als Sapindacee bezeichnet worden, und auch das wohl nur auf Grund unrichtiger Auffassung verschiedener ihrer Charaktere bei gleichzeitigem Mangel reifer Früchte. Er schreibt derselben nämlich einen campylotropen Embryo zu, während derselbe orthotrop ist, und einen die Staubgefässe umgebenden 5-drüsigen Discus, der so allerdings dem extrastaminalen Discus der Sapindaceen entsprechen würde, der aber vielmehr die Staubgefässe an seiner Aussenseite, in den Buchten zwischen seinen 5 episepalen Lappen (oder „Drüsen") gerade über den ebenda eingefügten linearen, mit den Kelchblättern alternirenden Blumenblättern inserirt zeigt. Ausserdem hat Liebmann die eben erwähnten Blumenblätter für sterile Staubgefässe genommen und dem Kelche eine klappige Knospenlage zugeschrieben, die Antheren als einfächerig und mit horizontaler Spalte aufspringend, ferner den Fruchtknoten als oben 1-fächerig, unten 2-fächerig bezeichnet, was alles nicht zutreffend ist.

Richtiger sind die Gattungscharaktere, abgesehen von dem Uebergehen des Sameneiweisses, in Bentham & Hooker Genera und in Baillon Hist. d. Plantes angegeben.

Doch wird auch hier der Kelch, auf dessen — allerdings nur schwache — Imbrication schon Bentham in den Plantae Hartwegianae, Emend. (1856) p. 343 aufmerksam gemacht hat, klappig genannt. Die Angabe „Petala 5 filiformia vel 0" scheint für manche Arten (A. jamaicensis Benth.) und namentlich für die weiblichen Blüthen in der That zuzutreffen und nicht bloss von Liebmann entlehnt zu sein; die Angaben über die Frucht aber und in Benth. Hook. Gen. auch die über die Antheren lassen wieder manches zu wünschen übrig.

In den betreffenden beiden Werken wird die Gattung zugleich als den Simarubaceen nahe stehend bezeichnet.

Grisebach seinerseits hat die Gattung in der Flora Brit. W. Ind. Isl. p. 141 (1859), in den Abh. d. Götting. Gesellsch. d. W. IX (1861) p. 41 und im Catal. Pl. Cubens. (1866) p. 50 direct den als Tribus der Rutaceen von ihm betrachteten Simarubaceen einverleibt und an Picramnia angeschlossen mit der Bemerkung (am letzt citirten Orte): „Genus, nuper ob ovula erecta ad Sapindaceas relatum, principio amaro et staminibus calyci alternis, Picramniae multo affinius videtur." Dieser Auffassung ist derselbe auch in den Symbolae Flor. Argent., 1879, treu geblieben, unter Beifügung der Worte: „Genus radicula infera inter Simarubaceas abnorme, sed typo floris habituque Sapindaceis, quibus a cl. Bentham et Hooker adjungitur, haud affine." Eine im wesentlichen gleiche Auffassung hat seiner Zeit auch Bentham in den Addendis der Plantae Hartwegianae p. 343 (1856) in den Worten: „Genus novum Picramniae affine" und in den Transact. Linn. Soc. XXII, 2 (1857) p. 127 bei Besprechung der Gattung Phoxanthus zu erkennen gegeben, und Turczaninow hat eine von Bentham (a. a. O.) und von Hemsley (in Salvin et Godm. Biol. Centr.-Amer. I, 1879—81, p. 215) hieher bezogene Pflanze von Galeotti (n. 7135) nach den ihm allein

davon vor Augen gewesenen männlichen Blüthen (in Bull. Mosc. XXXI, No. 2, 1858, p. 446) geradezu als eine eigenthümliche Art der Gattung Picramnia unter dem Namen P.? filipetala bezeichnet und hat, was nicht immer bei ihm der Fall ist, damit einen richtigen systematischen Takt verrathen, mehr als alle, die nach ihm die hier so deutlich hervortretenden verwandtschaftlichen Charakterzüge wieder aus den Augen verloren haben.

Die vorzugsweise von Grisebach vertretene Meinung nun wird ausser durch die bei Picramnia ebenso wie bei Alvaradoa vor den Blumenblättern inserirten Staubgefässe und den Gehalt an bitterer Substanz wesentlich unterstützt durch den Nachweis des Albumens bei Alvaradoa, welches auch anderen Gattungen der Simarubaceen zukommt, von den um Picramnia geschaarten, zur Tribus der Picramnieen in Benth. Hook. Gen. vereinigten 9 Gattungen sogar der Mehrzahl, nämlich Soulamia, Irvingia, Harrisonia, Spathelia und Köberlinia, wozu noch die mit Soulamia nahe verwandte, schon durch die gefiederten Blätter leicht davon zu unterscheidende, aus „Cupania No. 278“ der Collect. Deplanche aus Neu-Caledonien zu bildende Gattung Picrocardia (mit P. resinosa m.) kommt.[1])

Weiter wird die Meinung Grisebach's unterstützt durch den von diesem selbst schon gelegentlich der Anreihung von Alvaradoa an Picramnia (in Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 141) hervorgehobenen, aber seitdem nicht genug beachteten Umstand, dass die Staubgefässe, wie bei Picramnia, ausserhalb des Discus stehen („stamens . . . inserted below the central disc“).

Ausserdem ist auch der Bau der Antheren, den auch wieder Grisebach durch die zwei Worte „anthers 4-locular“ richtiger bezeichnet hat, als das von dem Autor der Gattung

1) Sieh näheres über sie im letzten Abschnitte, Anmerk.

und in Benth. Hook. Gen. (hier durch die Worte: „antherarum loculi axin versus in unum longitudinalem confluentes, connectivo dorso incrassato") geschehen ist, ganz dem von Picramnia gleichkommend. Die Antheren stellen sich nämlich als introrse, durch Verbreiterung und Verdickung des Connectives, namentlich bei Picramnia, fast zweiknöpfig gewordene Antheren dar, deren Hälften (oder Knöpfe) normal je zwei Fächer besitzen und in einer Furche zwischen diesen sich öffnen. Eigenthümlich ist nur, dass das Connectiv zuletzt, ähnlich wie bei Antidesma sich nach aussen neigt (auf welche Aehnlichkeit wohl schon Sieber in dem Namen der Picramnia Antidesma aus Martinique hinweisen wollte) und nun einen rechten Winkel mit dem Staubfaden macht, so dass jetzt die Ränder der durch das Aufspringen gebildeten Klappen, anstatt vertical, horizontal laufen, und das ist es offenbar, was Liebmann zu dem unrichtigen Ausdrucke veranlasst hat, dass die Antheren mit horizontaler Spalte aufspringen. Wenn er ferner die Antheren einfächerig nannte, so meinte er wohl eigentlich die Antherenhälften, und da in diesen die Scheidewand zwischen den zwei Fächern nach dem Aufspringen, wie so häufig, durch Schrumpfung nahezu verschwindet, so ist auch diese Anschauung und Ausdrucksweise erklärlich, wenn auch nicht correct, wie ebenso wenig die von einem Zusammenfliessen der Fächer in eines „gegen die Axe", wie es in Benth. Hook. Gen. heisst. Ob hier unter Axe das Centrum der Blüthe zu verstehen sei oder das Centrum der Anthere, mag dahingestellt bleiben. Vielleicht sollte es überhaupt statt „axin versus" heissen: apicem versus. Aber auch das wäre nicht richtig. Die beiden Fächer jeder Antherenhälfte sind, wie an Querschnitten der Anthere deutlich zu sehen ist, ihrer ganzen Länge nach durch die von dem Connective zur Furche hin sich erstreckende Scheidewand gesondert.

Auch die Gestaltung der länglich ellipsoidischen Pollen-

körner mit 3 tiefen Längsfurchen und je einem Porus in den Furchen ist eine übereinstimmende für Alvaradoa und Picramnia.

Man kann überhaupt nicht leicht übereinstimmendere Blüthen von zweierlei Gattungen finden, als die männlichen Blüthen mancher Picramnia- und Alvaradoa-Arten (von P. Selloi Planch. z. B. u. A. amorphoides Liebm.) sind. Dieselbe Zahl, dieselbe Gestaltung, dieselbe auffallende Stellung der Kelchblätter, Blumenblätter und Staubgefässe und im Centrum derselbe kurz kegelförmige in 5 Lappen nach aussen sich verflachende Discus, zwischen dessen Lappen die Staubgefässe gleichsam eingeklemmt sind („inter lobos disci inserta" wie es in Benth. Hook. Gen. für Alvaradoa heisst, während bei Picramnia dasselbe Verhältniss durch die Worte „sub disco inserta" ausgedrückt ist).

Was der Auffassung Grisebach's allein entgegenzustehen scheint, das ist die Apotropie und aufrechte Stellung der (anatropen) Samenknospen, und die dadurch bedingte und von ihm selbst schon hervorgehobene Richtung des Würzelchens nach unten. In dieser Hinsicht ist aber bekannt genug, dass (aufrechte oder hängende) apotrope und (aufrechte oder hängende) epitrope Samenknospen nicht bloss innerhalb derselben Familie, sondern nicht selten bei ein und derselben Pflanze, also in demselben Fruchtknoten sich finden, wofür Agardh in seiner Theoria Syst., 1858, p. LXXV etc. unter der Bezeichnung solcher Samenknospen als „gemmulae heterotropae" zahlreiche Beispiele aufgeführt hat und wofür auch in dem Verwandtschaftskreise der Rutaceen, welchem die Simarubaceen angehören, Beispiele nicht fehlen, wie Dictamnus und Bönninghausenia, bei welchen die unterste Samenknospe in jedem Fruchtknotenfache apotrop ist, während die übrigen epitrop sind (sieh Agardh l. c. tab. XVIII fig. 15, 20). Da bei Alvaradoa die Samenknospen tief unten im Fache stehen, und gerade das

fertile Fach in seinem oberen Theile unvollkommen entwickelt ist, so könnte man im Vergleiche mit Dictamnus annehmen, dass hier die oberen, epitropen Samenknospen nur nicht zur Ausbildung hätten gelangen können. Doch ohne auf eine derartige Annahme irgend ein weiteres Gewicht zu legen, so erhellt aus dem Gesagten wohl genugsam, dass von der Samenknospe allein die Stellung einer Gattung nicht abhängig gemacht werden kann, und dass die Gattung Alvaradoa bei den Simarubaceen trotz der anomalen Samenknospe als etwas weit weniger Anomales erscheint, als sie bei den Sapindaceen erscheinen würde, bei welchen sie schlechterdings nicht belassen werden kann, und bei welchen sie auch Niemand weiter wird untergebracht wissen wollen, der die im Vorstehenden hervorgehobenen verwandtschaftlichen Charakterzüge und Aehnlichkeiten zwischen ihr und Picramnia in Erwägung zieht und der weiss, dass die Verwandtschaft der Pflanzen, wie die Familienähnlichkeit der Personen, bald in diesem, bald in jenem — das eine Mal scharf markirten, das andere Mal fast versteckten Zuge sich offenbart und durch einzelne Eigenthümlichkeiten nicht aufgehoben wird.

Es übrigt mir noch, den Bau der Frucht den bisherigen Angaben gegenüber in's Klare zu stellen, soweit das durch Worte allein geschehen kann.

Die Frucht ist aus drei Fruchtblättern gebildet, von denen, soviel ich an den nur mit kurzen und desshalb einer Drehung nicht leicht unterworfenen Stielen versehenen Früchten von Alvaradoa arborescens ersehen konnte, das unpaare, allein ein fertiles Fach bildende, dem rückwärts in der Blüthe stehenden zweiten Kelchblatte zugekehrt erscheint, was mit der Angabe von Liebmann in Einklang steht, dass an der fertilen Fruchtseite 3 Kelchblätter anliegen.

In der Fruchtanlage sind die drei Fruchtblätter ziemlich gleichmässig entwickelt, alle von ihren Rändern her

zusammengedrückt und nach oben verjüngt, so dass daraus ein pyramidenförmig gestaltetes, 3-schneidiges und 3-fächeriges Pistill mit 3 kurzen spitzen Narben hervorgeht. Nur im Inneren tritt eine Ungleichmässigkeit der Entwicklung in so fern hervor, als von den überhaupt sehr schmalen Scheidewänden nur jene beiden, an deren Entstehung das fertile Fruchtblatt betheiliget ist, ausgebildet sind, während die dritte, diesem Fruchtblatte gegenüberstehende auf Null reducirt und so zu sagen auf ihre Ursprungslinie an der peripherischen Fruchtknotenwand beschränkt ist, mit welcher somit, sammt der Axe der Frucht, die beiden entwickelten Scheidewände verbunden erscheinen. Der Fruchtknoten ist demnach (abweichend von den Angaben Liebmann's) in seiner oberen und unteren Hälfte 3-fächerig, das fertile Fach aber ist etwas anders, etwas geräumiger gestaltet als die beiden anderen. Nur in diesem geräumigeren Fache finden sich an der Basis im inneren Winkel und je an dem Rande einer der hier mit einander verbundenen Scheidewände befestiget, zwei Samenknospen. An der reifen Frucht erweist sich nun auffallender Weise, ausser bei A. jamaicensis Wr., das fertile Fruchtblatt in der weiteren Entwicklung gegen die anderen beiden zurückgeblieben. Die Schneide oder Kante, welche es ursprünglich gebildet hat, wird während der Entwicklung der einen Samenknospe zum Samen (die andere schlägt fehl) verflacht und tritt nur bis zur Mitte der Frucht hinauf deutlich hervor, weiterhin nur mehr einen zum betreffenden, meist am kürzesten bleibenden Narbentheile verlaufenden Gewebestrang darstellend. Der obere Theil der Frucht wird im übrigen nur mehr von den sterilen, in eine Ebene ausgebreiteten Fruchtblättern gebildet, deren Fächer obliterirt sind durch Verwachsung der als 1-schichtiges Endocarp sie auskleidenden, einander zugekehrten, schliesslich sklerenchymatisch werdenden epithelialen Zelllagen, von denen das lockere, schwammförmige Gewebe des Mesocarps sich leicht abtrennt,

so dass die Täuschung, als ob auch hier noch Fachräume erhalten seien, nahe liegt. Dieser obere Theil der Frucht erscheint nun vollständig platt und flügelartig, durch Auseinandertreten der betreffenden zwei Narbentheile bei einer Art (A. amorphoides) meist zweispitzig werdend (oder, wie man ihn dann wohl auch bezeichnet hat, „zweiflügelig"). In der unteren Hälfte hat seinerseits der reifende, sich verbreiternde Same die erwähnte Verflachung des fertilen Faches herbeigeführt und unter Auseinanderdrängen der schmalen Septa auch in die sterilen Nachbarfächer sich hineingedrängt, so dass er nahezu die Breite der ganzen, nunmehr 1-fächerigen und wie im oberen Theile platt gewordenen Frucht gewonnen hat. Er ist an Gestalt einem Reiskorn ähnlich und trägt an seiner Rückenseite zwei nach oben in spitzem Winkel sich vereinigende Furchen, die Abdrücke der Ränder des fertilen Fruchtblattes resp. der aus diesen mit gebildeten schmalen Septa, auf seiner Bauchfläche aber eine der Mittellinie folgende Längsfurche als Eindruck der nach dem Obigen nur an der Fruchtperipherie und ohne Scheidewandbildung unter einander vereinigten zwei Randtheile der sterilen 2 Fruchtblätter. Neben dieser Furche zeigt sich, bald mehr, bald weniger zur Seite geschoben, als erhabene Linie die Rhaphe. Der Embryo ist gerade, das Würzelchen nach unten gekehrt, von den Cotyledonen der eine der Bauchfläche, der andere der Rückenfläche des Samens anliegend. Das Sameneiweiss ist am deutlichsten in der Umgebung des Würzelchens entwickelt. Die abgefallenen Früchte öffnen sich schliesslich an ihrem unteren Ende längs der Seitenränder.

Nach dem Gesagten sind die Angaben in Benth. Hook. Gen. „capsula ... 2—3-locularis, loculis 1-spermis" zu corrigiren.

Schliesslich sei hier wieder, wie bei Akania, die Literatur der Gattung und der bisher bekannt gewordenen 3 Arten nebst Verzeichniss der betreffenden Materialien beigefügt.

Alvaradoa Liebm.:

Mimosearum? genus novum? Bentham Plant. Hartweg. (1839) p. 12; coll. n. 67; cfr. A. amorph.

Alvaradoa Liebmann, novor. plantar. Mexicanar. generum decas, in Videnskabelige Meddelelser for Aaret 1853 (1854) p. 100 n. 7 („Sapindaceae?").

— Bentham Plant. Hartweg. (1839—56), Emendand. p. 343 ad n. 12 („Genus nov. Picramniae affine").

— Benth. in Transact. Linn. Soc. XXII, 2 (1857) p. 127; cf. supra p. 139.

— Walpers Ann bot. IV (1857) p. 382 („Sapindaceae?").

— Grisebach Flor. Brit. West Ind. Isl. (1859—64) p. 141 n. 15 („Rutaceae, Trib. III Simarubeae").

— Grisebach, Erläuterungen ausgew. Pfl. d. trop. America, in Abh. d. k. Gesellsch. d. W. zu Göttingen v. d. Jahre 1860, IX (1861) p. 41 („Simarubacea").

— Hooker et Bentham Gen. Plant. I, 1 (1862) p. 411 n. 67 („Sapindaceae, Trib. III Dodonaeae", c. obs.: „Genus ... Simarubaceis accedens").

— Pfeiffer Synonym. bot. (1870) p. 303 n. 10705 („Sapindaceae, Trib. II Dodonaceae").

— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 126.

— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 411 n. „41?" („Sapindaceae, Trib. III Sapindeae", c. obs.: „Genus in Ord. anormale ...")

Picramnia? spec. Turczan.; cfr. A. amorph.

Alvarodoa (sphalmate) Müller in Walpers Ann. bot. IV (1857) p. 382. Cfr. Pfeiffer ll. cc.

Spec. 1: **A. amorphoides** Liebm.:

Mimosearum? genus novum? Benth. l. c.; coll. Hartweg n. 67.

Alvaradoa amorphoides Liebm. l c. p. 101 n. 1; coll. Hartweg, Oersted, Liebm.

— — Walpers Ann. bot. IV (1857) p. 382 n. 1.

— — Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl. (1859—64) p. 141 n. 31; coll. Swainson (Bahamas).

— — Griseb. Cat. Pl. Cub. (1866) p. 50 n. 27; coll. Wright n. 2189.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 638 n. 2.

— — Griseb. Symbol. ad Flor. Argentin. (1879) p. 77; coll. Lorentz et Hieron. Cf. obs. 1.

— — Hemsley in Godm. et Salv. Biol. Centr.-Amer., Bot. I (1879—81) p. 215 n. 1; coll. Galeotti n. 7135, Liebm., Ghiesbreght n. 617, Oersted; Bahamas.

Alvaradoa amorphoides Watson in Proceed. Amer. Acad. XXI (1886) p. 423; coll. Ed. Palmer n. 186, 240, 243.

Alvaradoa mexicana („Liebm. mss.“) Benth. in Pl. Hartweg. (1839—56), Emendand. p. 343, 344 (ad p. 12); coll. Hartweg n. 67, Galeotti n. 7135, Barclay, Oersted, inter plantas Pavonianas e Nov. Hisp., Hb. Hooker ex ins. Bahamens.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 638 n. 3.

— — Hemsley l. c. p. 215 n. 2; coll. Hartweg n. 67, Oersted. Cf. obs. 2.

Picramnia? filipetala Turczan. in Bull. Mosc. XXXI, 2 (1858) p. 446; coll. Galeotti n. 7135.

Vulgo: Tamarincillo, teste Hahn in sched.

Spec. 2: **A. jamaicensis** Benth.:

Alvaradoa jamaicensis Bentham in Pl. Hartweg. (1839—56), Emendand. p. 344 (sine descript.); coll. Alexander, Purdie.

— — Grisebach Flor. Brit. W. Ind. Isl. (1859—64) p. 141 n. 30; coll. Alex., Purdie, March.

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 638 n. 1.

Spec. 3: **A. arborescens** Wright:

Alvaradoa arborescens Wright Pl. Cub. (1860—64) n. 2190, in sched.

— — Griseb. Cat. Pl. Cub. (1866) p. 50 n. 28; coll. Wright n. 2190.

NB. In Wright et Sauvalle Flora Cubana (1873) omnes ommissae.

Spec. 1: In Mexico et in America centrali, in insulis Bahamensibus et in Cuba, nec non in Republica Argentina: Haencke! (Mexico 1789—94; flor. ♂ et fruct.; Hb. Pragense); Née? (Mexico, Hb. Pavon teste Benth.); Hartweg n. 67! („Mexico, Zacatecas“ Hb. Kew.; „prope Bolaños, Dep. Jalisco“ Liebm. l. c.; flor. ♂); Galeotti n. 3365! („Ravins du Rio Grande de Guadalaxara, alt. 3000′, m. Oct.—Dec. 1840, flor. rosei“; fruct. junior.; Hb. Paris); id. n. 7135! („Cordillera, Oaxaca, m. Nov. 1840; flor. ♂); Liebmann! („ad oram occid. Mexici prope S. Jago Estata, Dep. Oajaca, m. Nov.“ 1841—2; fl. ♀); Hahn! („Expositions humides et chaudes, Cutzaro — si recte lego — m. Febr.—Apr. 1866; grande arbre“; fruct.; Hb. Paris.); Ghiesbreght n. 617! (Mexico australis, Chiapas etc., 1864—70; flor.); Palmer n. 186, 240, 243 („Mexico, South-Western Chihuahua, Hacienda San Miguel, 1885“ t. Watson l. c.); Barclay! (Amer. central., flor.); Oersted! (Nicaragua, prope Realejo ad oras maris pacifici, m. Dec. 1851, flor. ♂); Swainson!

(„Bahamas"; cf. Griseb. l. c.); Gov. Robinson n. 218! (Ins. Bahamenses, m. Nov. 1878, flor., leg. L. Brace); id. n. 297 (ibid. m. Dec. 1878, fruct. jun.); Eggers n. 4337! (Ins. Baham.: New Providence, m. Mart. 1888, fruct.); Wright n. 2189! (Cuba. 1860—64; flor. ♂ et fruct.); Lorentz et Hieronymus n. 1190! (Argentina, prov. Salta, in montibus flum. Rio del Tala nutrientibus, m. Dec. 1873, fruct.).

Spec. 2: In Jamaica: Purdie! (in prov. St. Ann, m. Dec. 1823, fruct.); R. C. Alexander! (1850, flor. et fruct.); March (t. Griseb. l. c.).

Spec. 3: In Cuba: Wright n. 2190! (Cuba orientalis in monte Toro, 1860—64, fruct.).

Zusatz 1. Bemerkenswerth ist das Vorkommen der sonst auf Mexico und dessen Nachbarschaft beschränkten Alvaradoa amorphoides in Argentinien. Es erinnert das an die auffallende Angabe von Montevideo als Standort der Wimmeria serrulata Radlk. (Dodonaea? serrulata DC., sieh diese Sitzungsber. 1878, p. 376 etc.), während die übrigen 5 Arten dieser Gattung alle in Mexico zu Hause sind.

Zusatz 2. Auffallend ist es, dass der von Bentham herrührende Name „Alvaradoa mexicana Liebm." von Hemsley a. a. O. neben Alvaradoa amorphoides Liebm. als Bezeichnung einer besonderen Art aufgefasst ist, da er bei Bentham offenbar nur durch irgend einen Verstoss statt des Namens A. amorph. Liebm. sich eingeschlichen hat, und da in der von Hemsley für „A. mex. Liebm." citirten Publication Liebmann's („Videnskab. Meddel. 1853, p. 100") nichts von diesem Namen zu finden ist.

Desshalb hat es auch keine Bedeutung, wenn Oersted als Sammler unter A. amorph. so gut wie unter „A. mexic." angeführt wird. Die erstere Anführung bezieht sich überdiess wahrscheinlich auf ein Exemplar von Liebmann im Hb. Kew, bei welchem die Bemerkung „Oersted 1860" wohl nur die Mittheilung durch Oersted bekunden soll.

Zusatz 3. Was die Unterschiede der 3 Arten betrifft, so sei unter Berücksichtigung der betreffenden Angaben von Grisebach in Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 141 und Cat. Pl. Cubens. p. 50 hervorgehoben, dass die Blättchen des überall unpaar gefiederten Blattes mit alternen, nach unten an Grösse abnehmenden Fiedern bei A. amorph. beiderseits in der Zahl von 10—26 auftreten und länglich, dünn und flach sind, bei den beiden anderen Arten aber mehr lederig und am Rande zurückgerollt, die von A. jamaicensis beiderseits in der Zahl von 15—20, von länglicher Gestalt,

die untersten verkürzt und fast kreisrund, die von A. arborescens beiderseits nur in der Zahl von 5—8, von breit elliptischer Gestalt, oben und unten verjüngt. Die der letztgenannten beiden Arten sind nur unterseits etwas papillös, die der A. amorph. auch auf der oberen Seite und desshalb auch hier glanzlos (matt). Die Früchte sind bei A. amorphoides und arborescens flach (2-schneidig), bei der ersteren länglich-lancettlich und gewöhnlich zweispitzig, wimperig behaart, bei der letzteren länglich und stumpf, kahl; bei A. jamaicensis dagegen 3-schneidig (oder, wenn man es so lieber nennen will, 3-flügelig), aus dem kreisrunden breit rhombisch und etwas spitz, kahl.

Die Bezeichnung der Blattstielchen von A. jamaicensis bei Grisebach als „subglobose" ist nur als eine etwas übertriebene Hervorhebung ihrer Kürze aufzufassen. —

Bezüglich der Gattungen Aitonia und Ptaeroxylon kann ich mich, da sie besser bekannt sind als Akania und Alvaradoa, etwas kürzer fassen.

Für Aitonia ist hervorzuheben, dass dieselbe im Einklange mit meiner schon erwähnten Anschauung schon früher den Meliaceen zugewiesen worden ist, und zwar von zahlreichen Autoren: von A. L. Jussieu, Ventenat, Desportes, St. Hilaire, Bosc, Link, Sprengel, A. Jussieu, Meisner, Endlicher, Reichenbach, Spach, Roemer und Lindley, worüber in Pfeiffer's Nomenclator und in der unten angeführten Literatur Näheres nachgesehen werden mag.

Ihre Zuweisung zu den Sapindaceen scheint nicht der Aufdeckung neuer verwandtschaftlicher Charaktere, sondern wie die Belassung von Alvaradoa, Akania und Ptaeroxylon bei dieser Familie dem Bestreben entsprungen zu sein, gewisse, den Sapindaceen nahe stehende Familien von mehr oder weniger anomalen Typen freizuhalten durch Einschiebung der letzteren in die ohnehin minder homogen erscheinende Familie der Sapindaceen.

Dabei scheint bezüglich Aitonia für diejenigen, welche auch den Meliantheen eine Stelle bei den Sapindaceen

einräumen zu müssen glaubten, eine gewisse äussere Aehnlichkeit der Frucht von Aitonia mit der von Melianthus mitbestimmend gewesen zu sein (wie das in Benth. Hook. Gen. in den Worten sich ausspricht: „Genus . . . inter Sapindaceas abnorme, attamen manifeste Meliantho arcte affine") und eine Unterschätzung des den Sapindaceen fast ausnahmslos zukommenden extrastaminalen Discus, welcher Charakter natürlich wieder in den Augen derjenigen an Gewicht verlieren muss, welche auch die Acerineen mit wechselnder Stellung des Discus den Sapindaceen einverleibt wissen wollen. Dazu kommt das Uebersehen des Sameneiweisses, von dessen Anwesenheit sich auch Baillon noch nicht vollständig hat überzeugen können, so dass er der nur aus 1 Art bestehenden Gattung einen „embryo exalbuminosus vel parce albuminosus" zuschrieb, für dieselbe Pflanze also ein ungleiches Verhalten in dieser Hinsicht annahm.

Der eiweisshaltige Same, der, wie der intrastaminale Discus und der durch alle Blattkreise hindurch typisch 4-gliedrige Blüthenbau mit episepaler Stellung der Fruchtblätter, resp. Fruchtfächer, der Entfernung von Aitonia aus der Familie der Sapindaceen das Wort spricht, weist bei ihrer Zurückführung zu den Meliaceen die Gattung der Tribus der Melieen zu (sieh die Monographie von C. De Candolle, woselbst übrigens p. 420 unter A die Worte: „Semina exalbuminosa" in „Semina albuminosa" umzuwandeln sind), unter deren Gattungen auch die gleichfalls, wie Aitonia, durch die ganze Blüthe hindurch (wenigstens in mehreren ihrer Arten) 4-gliedrigen, gleichfalls, wie auch einige andere Gattungen der Meliaceen (sieh C. De Candolle's Monogr. p. 410 und Radlkofer über Cupania etc., Sitzungsber. d. k. bayer. Acad., 1879, p. 593), episepale Stellung der Fruchtfächer zeigenden, gleichfalls als meist nieder strauchartige Gewächse mit einfachen Blättern erscheinenden und gleichfalls (ganz oder theilweise) der africa-

nischen Flora angehörigen, also in Blüthenbau, Habitus und Vorkommen analogen Gattungen Quivisia und Turraea sich finden, neben welchen Aitonia ganz an ihrem Platze zu sein scheint.

Namentlich verräth Turraea durch „mehr oder minder gekrümmte" Samen (man sehe z. B. T. abyssinica Hochst.), wenn dieselben auch nicht gerade, wie bei Aitonia, nierenförmig sind, durch einen auch in seinem Wurzeltheile analog gekrümmten Embryo (— die Angabe „radicula recta" für Aitonia in Benth. Hook. Gen. und bei Baillon ist ungenau) und durch eine sehr ähnliche Gestaltung der Antheren verwandtschaftliche Züge, welche die Gattung Aitonia gleichsam als eine Turraea mit dünnerer Fruchtschale und nur unvollständiger Verbindung der Staubgefässe zu einem „Tubus staminalis" erscheinen lassen.

Dass diese Verbindung auch bei anderen Meliaceen eine unvollständige sein und bei manchen, wie den Cedreleen und gewissen Arten von Trichilia und Walsura ganz oder fast ganz unterbleiben kann, ohne dass dem, wie gerade in den letzteren beiden Fällen, auch nur der Werth eines Gattungsunterschiedes beizumessen wäre, ist dabei kaum noch besonders in Erinnerung zu bringen.

Von anatomischer Seite spricht gegen die Zugehörigkeit der Gattung Aitonia zu den Sapindaceen, wie bei Akania (sieh diese) das Fehlen eines continuirlichen, gemischten Sklerenchymringes in der Rinde der Zweige, und eben dieses Verhältniss ist andererseits, da den Meliaceen ein solcher Sklerenchymring durchgehends zu fehlen scheint, der Zuweisung von Aitonia zu den Meliaceen günstig, wie weiter auch das Vorkommen der den Meliaceen (wie übrigens auch vielen Sapindaceen) eigenen Secretzellen in Rinde und Blatt von Aitonia, und ausserdem hier in besonderer Grösse noch in der Samenschale. Das Letztere erscheint um desswillen besonders bemerkenswerth,

weil auch bei Turraea (abyssinica) in der gelblich gefärbten Umgebung des Nabels Secretzellen sich finden, welche mit Harzkörnen erfüllt sind, ähnlich wie ich das schon früher (s. über Cupania, Sitzungsberichte etc. 1879, p. 594) für Dysoxylum ptychocarpum m. und andere Meliaceen beschrieben habe, nur dass die Harzkörner von Turraea weder hohl noch doppeltbrechend sind und nach der Lösung in Alkohol eine mit Jod sich gelbfärbende, wahrscheinlich aus Plasmaresten bestehende Hülle zurücklassen.

Dass Aitonia mit Melianthus trotz der äusseren Aehnlichkeit der Frucht keine wirkliche Verwandtschaft besitzt, darüber ein Wort zu verlieren, scheint mir nach dem schon oben über die Melianthaceen Bemerkten nicht mehr am Platze.

Angefügt sei dem Gesagten behufs Verbesserung einiger noch nicht berührten ungenauen Angaben über Aitonia, dass die Frucht nicht eigentlich 4-flügelig ist, wie Baillon Hist. d. Pl. V, p. 427 im Widerspruche mit seiner die Sache richtig darstellenden Figur p. 372 angibt, sondern nur flügelartig erscheinende, zusammengedrückte Fächer besitzt; ferner, dass sie nicht als „capsula loculicida, valvis septiferis" sich darstellt, wie in Benth. Hook. Gen. und bei Baillon zu lesen ist, sondern dass die aus der loculiciden Dehiscenz hervorgehenden 4 Klappen, wie wieder in der citirten Figur bei Baillon ganz richtig dargestellt ist, von den in der Axenlinie der Frucht vereint bleibenden dünnhäutigen und schmalen Scheidewänden sich ablösen, die Frucht somit als capsula loculicida, valvis a septis solutis oder kürzer als capsula loculicido-septifraga zu bezeichnen ist.

Die Samenknospen werden in Benth. Hook. Gen. als „ovula adscendentia, collateralia, rhaphe ventrali cum micropyle supera" bezeichnet; von Baillon als „ovula collateraliter descendentia, incomplete anatropa, micropyle extror-

sum supera.“ Der wirkliche Sachverhalt, für welchen die Ausdrucksweise von Baillon sicherlich die richtigere ist, und aus welchem sich die nierenförmige Gestalt des Samens ergibt, ist der, dass die zu zweit in jedem Fache von der Fruchtaxe entspringenden epitropen Samenknospen etwas über ihrer Mitte befestiget, hemianatrop und in der die Naht aufnehmenden Vertikalebene gekrümmt sind, welche Krümmung später unter Bildung eines von dem Nabel aus nach innen sich entwickelnden, als Krümmungscentrum erscheinenden, hohlen Fortsatzes verstärkt wird. Die gleiche Ebene wird auch für den Embryo die Krümmungsebene und zugleich die mediane Durchschnittsebene der Cotyledonen. Das Micropyleende ist in Folge dieser Krümmung nach innen, d. h. gegen die Fruchtaxe gekehrt und dicht über der Anheftungsstelle gelegen, die Micropyle kann aber in umschreibender Hinweisung auf die Epitropie der Samenknospe immerhin als „Micropyle extrorsum supera“ bezeichnet werden, in Beziehung nämlich auf die interne, oder wie man gewöhnlich sagt, ventrale Lage der Rhaphe (für welche Verhältnisse und Ausdrucksweise die bei Baillon Hist. d. Pl. IV, p. 427 abgebildete Gattung Suriana ein analoges Beispiel abgibt).

Ein Widerspruch scheint es mir endlich zu sein, wenn die Staubgefässe in Benth. Hook. Gen., was richtig ist, als „basi disci inserta“ dabei aber zugleich als „centrica“ bezeichnet werden, was nicht zutrifft. Ein ähnlicher Widerspruch findet sich bei der mit Aitonia in der Tribus der „Dodonaeae“ (mit Unrecht) untergebrachten Gattung Alectryon in der Angabe „Stamina 5—8 centrica, sinubus profundis disci externe inserta, worauf ich im 3. Abschnitte zurückkommen werde.

Die Literatur und das Materialienverzeichniss von Aitonia (mit nur einer Art) lasse ich, wie bei den vorhergehenden Gattungen hier folgen.

Aitonia Thunb.

(non Aytonia Forst., 1776, quae Hepaticarum genus Plagiochasma Lehm. et L.).

Aitonia Thunberg in Act. Lundens. I (1776) p. 166 c. fig., ex ejusd. Nov. Gen. Pl. II p. 52, Reise II (Ed. germ. 1794) p. XVI. Murray Syst. Veg., Pfeiffer Nomencl. etc.

— („Åytonia", in emendandis vero „Aitonia") Linn. f. Suppl. (1781) p. 49 n. 1412 (Monadelph. Octandr.), p. 303 (species), p. 468 (emend.).

— Thunberg Dissert., Nova Gen. Pl. II (1782) p. 52; Dissert. ed. Persoon I (1799) p. 51, 52; c. cit. Thunb. Act. Lund. T. I, p. 166 c. fig.

— („Aytonia") Lamarck Encycl. I (1783) p. 75.

— Murray Syst. Veg. (Linn. S. V. Ed. XIV, 1784) p. 607 et 612, n. 1412.

— („Aytonia") Cavanilles Dissert. bot. V (1788) p. 269, 301, t. 159 f. 1 (Malvac.); reddita in Römer und Usteri, Magaz. f. d. Bot. XI (1790) p. 121, 134.

— Aiton Hort. Kewens. Ed. I, Vol. II (nec III uti Harv. et Sond. referunt, 1789) p. 431.

— („Aytonia") Jussieu Gen. Pl. (1789) p. 264 (Meliac.).

— („Aytonia") Necker Elem. bot. (1790) p. 437 n. 1267.

— Gmelin Syst. Nat. II (Linn. S. N. Ed. XIII, 1791) p. 1013 n. 1412.

— („Aytonia") Haenke Gen. Pl. II (1791) p. 602 n. 1309.

— Schreber Gen. Pl. II (1791) p. 455 n. 1113.

— Curtis Botan. Magaz. V (1796) t. 173.

— Persoon Syst. Veget. (Linn. S. V. Ed. XV, 1797) p. 645 et 650, n. 1412.

— („Aytonia") Raeuschel Nomencl. bot. Ed. III (1797) p. 192 n. 1332.

— Lamarck Illustr. Gen. t. 571 (ante 1799 ex l. seq.).

— Ventenat Tabl. III (1799) p. 161 (Meliac.) c. cit. „Lam. t. 571."

— Willden. Spec. Pl. III, 1 (1800) p. 690 n. 1266.

— Thunb. Prodr. Pl. cap. II (1800) p. 112 (nec etiam 192, uti Pfeiff. in Nomencl. refert).

— Batsch Tabula Affinit. (1802) p. 53 (Hesperideae).

— Martyn in Rees Cyclop. I (1802).

— („Aytonia") Desportes in Dict. Sc. nat. I (1804, reimpr. 1816) p. 410 (Meliac.).

— St. Hilaire Expos. Fam. II (1805) p. 42 (Meliac.), ex Pfeiff.

— Persoon Synops. II (1807) p. 234 n. 1603.

— Aiton Hort. Kewens. Ed. II, Vol. IV (1812) p. 183.

Aitonia Bosc in Nouv. Dict. d'Hist. nat. I (1816) p. 276 (Meliac.).
— Spreng. Anleit. z. Kenntn. d. Gew., Ed. II, Vol. II, 2 (1818) p. 685. (Meliac.).
— Mordant de Launay et Loiseleur Herbier général de l'amateur, IV (1820) t. 213 ex Pritz. Ic. Ind.
— Steudel Nomencl. Ed. I (1821) p. 24.
— Link Enum. II (1822) p. 196 (Meliac.).
— Jussieu A., in Dict. class. d'Hist. nat. I (1822) p. 189 (Meliac.).
— Thunb. Fl. cap. ed. Schult. (1823) p. 508 n. 328.
— Poiret in Lam. Ill. Gen., Tabl. méth. III (1823) p. 133 n. 1235, t. 571.
— Reichenb. Conspect. (1828) p. 127 n. 3328. b, ex Pfeiff.
— Bartling Ord. nat. (1830) p. 428 („genus incertae sedis").
— Jussieu A., Mem. Mus. d'Hist. nat. XIX (1830) p. 186 (Meliac.?).
— Spreng. Gen. Pl. II (1831) p. 540 n. 2648.
— Don, D., in Edinb. New Phil. Journ. XIII (1832) p. 242 (Rutac.).
— Don, D., in Edinb. New Phil. Journ. XIV (1833) p. 262.
— Reichenb. Fl. exot. IV (1835) p. 9 n. 229 c. tab.
— Meisner Gen. Pl. I, p. 50 (1837); II, Comment. p. 36 (Meliac.).
— Harvey Gen. South Afric. Pl. (1838) p. 47 (Zygophylleae, Trib. 2. Aitonieae).
— Endlicher Gen. Pl. p. 1052 (1840) n. 5548; Suppl. IV Pars 3 (1850) p. 75 (Meliaceis affine).
— Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 45 (Meliac.).
— Endlicher Enchirid. (1841) p. 551 n. 5548 (Meliaceis affine).
— Spach in Orbigny Dict. univers. d'Hist. nat. I (1841) p. 233.
— Reichenbach Nom. (1841) p. 212 n. 8084 (Trichilieis affine), ex Pfeiff.
— Walpers Repert. bot. I (1842) p. 436 (Meliaceis affin.).
— Römer Famil. nat. Synops. I (1846) p. 88 (Meliac.).
— Lindley Veg. Kingd. (1846) p. 464 (Meliac.?).
— Harvey & Sonder Flor. cap. I (1859—60) p. 243 (Aitonieae Harv.).
— Benth. et Hook. Gen. Pl. I, 1 (1862) p. 411 n. „68?" (Sapindac., Trib. Dodonaeae).
— Pfeiffer Synon. (1870) p. 299 n. 10578 (Meliac.).
— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 91, 343.
— De Cand. Prodr. XVII (1873) p. 289 inter genera prius omissa c. obs.: Est Sapindacea trib. Dodonear., ex Benth. et Hook. f. Gen.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 426 n. 72 (Sapindac., Trib. Aitonieae).

Aitonia Radlkofer in Durand Ind. (1888) p. 82 (e Sapindac. exclud., ad Meliac. revocand.).

Spec. 1: **Aitonia capensis** Thunb.

Cotyledon foliis linearibus, flore quadrifido; fructu subrotundo, quinqueangulari Burmann, Jo., Rar. Afr. Pl. Decas III (1738) p. 53, tab. 21, f. 2.

Aitonia capensis Thunb. Act. Lundens. I (1776) p. 166 c. fig. ex ejusd. Nov. Gen. Pl. II, 52 etc. ut supra.

— — Linn. f. Suppl. (1781) p. 303.

— — Thunb. Dissert., Nov. Gen. Pl. II (1782) p. 52; Dissert. ed. Persoon I (1799) p. 52, c. cit. „Thunb. Act. Lund. T. I, p. 166 c. figura."

— — Lamarck Encycl. I (1783) p. 75.

— — Murray Syst. Veg. (Linn. S. V. XIV, 1784) p. 612 n. 1.

— — Cavanilles Dissert. bot. V (1788) p. 301 n. 436, t. 159, f. 1, reddita in Röm. u. Usteri Magaz. f. d. Bot. XI (1790) p. 134 n. 436.

— — Aiton Hort. Kewens. Ed. I, Vol. II (1789) p. 431. Culta in Horto, introducta ao. 1774 a Masson.

— — Gmelin Syst. Nat. II (Linn. S. N. Ed. XIII, 1791) p. 1013 n. 1.

— — Curtis Bot. Magaz. V (1796) p. 173, t. 173.

— — Persoon Syst. Veg. (Linn. S. V. Ed. XV, 1797) p. 650 n. 1.

— — Raeuschel Nomencl. bot. Ed. III (1797) p. 192.

— — Lamarck Illustr. Gen. (ca. 1798) tab. 571; cf. supra.

— — Ventenat Tabl. III (1799) p. 161. Culta in Hort. Cels.

— — Willden. Spec. Pl. III, 1 (1800) p. 690 n. 1.

— — Thunb. Prodr. Pl. cap. II (1800) p. 112.

— — Martyn in Rees Cyclop. I (1802).

— — Desportes in Dict. Sc. nat. I (1804, reimpr. 1816) p. 410.

— — Persoon Synops. II (1807) p. 234 n. 1.

— — Poiret in Lam. Encycl. Suppl. I (1810) p. 280.

— — Aiton Hort. Kew. Ed. II, Vol. IV (1812) p. 183.

— — Fischer Catal. d. jard. de Al. Razoumoffsky à Gorenki (1812) p. 53.

— — Breiter Hort. Breiteranus (Lips. 1817) p. 11 n. 204.

— — Steudel Nomencl. Ed. I (1821) p. 24.

— — Link Enum. II (1822) p. 196 n. 2234.

— — Jussieu A. in Dict. class. d'Hist. nat. I (1822) p. 189.

— — Loddigges Cab. VII (1822) tab. 682.

— — Thunb. Fl. cap. ed. Schult. (1823) p. 508 n. 1.

Aitonia capensis Poiret in Lam. Ill. Gen., Tabl. méth. III (1823) p. 133 n. 1.
— — Thunb. Plant. cap. spec. nov. (Dissert., Upsaliae 19. Maj. 1824) p. 19.
— — Sprengel in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XII, 1 (1829) Beilage p. 2; coll. Zeyher n. 297 (a Spreng. determ.).
— — Don D. in Edinb. New Phil. Journ. XIII (1832) p. 242 n. 1.
— — Reichenb. Fl. exot. IV (1835) p. 9 n. 229 c. tab.
— — Ecklon et Zeyher Enum. Pl. Afr. austr. I (1834) p. 55, coll. n. 426.
— — Loddigges Catal. Pl. etc. Ed. XVI (1836) p. 21.
— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 45.
— — Spach in Orbigny Dict. univ. d'Hist. nat. I (1841) p. 234.
— — Walpers Repert. bot. I (1842) p. 436 n. 1.
— — Endlicher Catal. Hort. acad. Vindob. II (1843) p. 371 n. 6612.
— — Drège zwei pflanzengeogr. Docum. in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XXVI, 2 (1843) Beigabe p. 64, 92, 138, 162.
— — Römer Famil. nat. Synops. I (1846) p. 125.
— — Harvey et Sondor Flora cap. I (1859—60) p. 243 n. 1.
— — Szyszylowicz Polypetalae disciflorae Rehmannianae (1888) p. 48.
— — Schinz Beitr. z. Flor. v. Deutsch-Südwest.-Afr., in Abh. bot. Ver. f. Brandenb. XXX (1888) p. 156: var. microphylla Schinz.

In Africa australi extratropica: van der Stell (ex Burm. l. c.); Thunberg (ao. 1772—75; Karroo, prope Goudsrivier et Slangrivier — Goudo-Rivier legitur apud Cavann. et L. f. ll. cc. —; cf. Römer et Harv. & Sond. ll. cc.); Niven (ao. 1798—1803; ad Promontorium b. sp. in Karro deserto inter ripas fluminis Gand — potius Goud? — et Lang-Kloof, ex D. Don l. c.); Burchell n. 1653! (ao. 1810—12); Maire et Mundt n. 29! Zeyher n. 297 (ao. 1829 ex Spreng. l. c.); Ecklon et Zeyher n. 426! (in deserto „Karro" ad fluvium Gauritzrivier — Georg —; tum inter Uitenhage et Graafreynet m. Nov., Dec., 1833?; fruct.); Drège! (ao. 1826—34; „Zwartebergen bei Klaarstroom auf steinigen Hügeln und an felsigen Oertern, 2000—3000', Juli", flor.; Klein-Namaqualand, 90° südl. Breite, zwischen Kaus, Natvoet und Dornport, 1000—2000', Sept., Oct.", fruct.; bei Klein- und Groot-Vischrivier, 2000—3000', Oct.", fruct.; cf. Flora 1843, II, Beigabe p. 64, 92, 138); Hügel! (ao. 1836; Hb. Vindob.); Krauss! (in Karroo, distr. Uitenhage, m. Jul. 1838; flor. et fruct. immat.); Dr. Pappe (Winterhoek, ex Harv. & Sond. l. c.);

Dr. Alexander Prior („Woods near Uitenhage", ex Harv. & S. l. c.); Mac Owan n. 1412! (in clivis lapidosis prope Bruintjeshoogte in ditione Somerset, alt. 3000', m. Febr. 1873 flor., m. Dec. flor. et fruct.; Pl. Rehmann., Hb. Schinz); Schinz! (var. microphylla; Karakoes in Gross-Namaland, ao. 1884—5; cf. l. c.).

Culta in Horto Kewensi! (introd. ao. 1774 a Masson, ex Aiton l. c.; Hb. Jacq. f., nunc. Vindob.); in H. Celseano (ex Ventenat l. c.), H. Razoumoffskyano (ao. 1812, ex Fischer l. c.), H. Malmaison! (m. Oct. 1813. flor.; Hb. DC.), H. Breiteriano (ex Breiter l. c.), H. Berolin.! (cf. Link l. c.), H. Vindob. (ex Endl. l. c.) etc.

Zusatz. Als Autor der Gattung Aitonia wird nicht selten — und so auch in Bentham et Hooker Genera — Linné fil. genannt.

Dass dies unrichtig, und dass Thunberg der Schöpfer der Gattung sei, dafür gibt der letztere selbst in der Vorrede zum 2. Theile seiner Reise (s. ob.) Zeugniss, indem er bei Aufführung der Abhandlungen, welche er an wissenschaftliche Gesellschaften eingesendet hat, hervorhebt: „An die physiographische Gesellschaft zu Lund: 1. Retzia capensis, 1776, c. fig.; 2. Montinia et Papiria; 3. Zubereitung des Aloëgummi in Africa; 4. Aitonia capensis; 5. Falkia repens".

Für die genannten Gattungen citirt Thunberg weiter da, wo er sie nach dem bezeichneten Jahre 1776 zunächst wieder nennt, in der ersten seiner Dissertationen über neue Pflanzengattungen nämlich (1781) und für Aitonia in der zweiten derselben (1782), den ersten Band der Acta Lundens. unter Angabe der Seitenzahl, nur bei Falkia fehlt die Bezeichnung des Bandes und der Seite — und diese Gattung ist auch in der That durch die genannte Gesellschaft, deren Publicationen nach Herausgabe des ersten Bandes ihrer Acta auf lange Zeit unterbrochen wurden, nicht zur Veröffentlichung gelangt. So berichtet mir Herr Professor Fries in Upsala, der meiner Bitte gemäss, da mir die Acta Lundens. hier nicht zu Gebote stehen, mit dankenswerthestem Entgegenkommen auch darüber sich vergewissert hat, dass die übrigen Gattungen und Arten an den von Thunberg selbst bezeichneten Stellen dieser Acta vollgiltig publicirt worden sind, so dass, da für den ersten, aus 3 Heften bestehenden Band der Acta Lundens. — oder wie sie eigentlich heissen „Physiographiska Sällskapets Handlingar" — auf dem gemeinsamen Titelblatte 1776 als Druckjahr angegeben ist, auch bei blosser Rücksichtnahme auf das Datum der Veröffentlichung Thunberg und nicht Linné fil. als der Autor der betreffenden Gattungen und Arten erscheint.

Darnach ist das ungleiche Verfahren in Bentham et Hooker Genera zu berichtigen, woselbst wohl für Retzia und Papiria Thunberg als Autor genannt ist, unter Berufung auf die von diesem selbst den Dissertationen eingefügten Citate seiner Mittheilungen in den Acta Lundens., nicht aber auch für Montinia und Aitonia, deren Autorschaft Linné fil. zugeschrieben wird, ebenso wie die von Falkia, für welche durch das Vorausgehende, obwohl sie eben so von Linné fil. wie von Thunberg im Jahre 1781 veröffentlicht erscheint, doch die Autorschaft Thunberg's ebenfalls ausser Zweifel gesetzt sein dürfte.

Linné fil. erwähnt für eben diese Pflanze (Falkia), wie für Aitonia, Thunberg nur bei der Standortsangabe, für Montinia (deren Species-Epitheton in dessen Suppl., wie auch das von Retzia, geändert ist) auch nicht einmal bei dieser; nur für Retzia und Papiria werden von ihm die Acta Lundens. erwähnt, aber ohne Angabe der Seitenzahl, und für Papiria (p. 198) unter Hinweisung auf Figuren, welche, wie Fries mir mittheilt, nicht existiren, d. h. wenigstens nicht publicirt worden sind, wenn sie auch, wie Linné fil. bekannt gewesen sein mag, von Thunberg vorbereitet waren.

Das Verfahren von Linné fil. bei Montinia ist um so auffallender, als derselbe nach seinen eigenen, im Suppl. p. 47 der Gattung Thunbergia angefügten Worten, nur als der Herausgeber der Diagnosen von Thunberg und nicht als der Autor der von Thunberg ihm mitgetheilten neuen Pflanzen erscheinen will („Sed ne quid detraherem Inventori huic — Thunberg scil. —, illas quas benevole communicavit plantas inserui solis illius differentiis specificis, saepe vix mutatis, cum descriptionem historiamque reliquam Inventori reliquendas esse putavi"). Thunberg seinerseits spricht weiter ebenfalls unzweideutig sich darüber aus, dass er der Autor der in Linne fil. Supplement von ihm zur Publication gebrachten Pflanzen sei, indem er in der Vorrede zu einer die Aufzählung seiner neuen Pflanzen vom Cap beginnenden Dissertation aus dem Jahre 1824 (s. oben) den unter seinem Präsidium zu Promovirenden sagen lässt: „Post reditum in Patriam dilectam Celebr. Praeses sua cum Orbe erudito communicavit inventa, in variis Actis Eruditorum, Dissertationibus Academicis, et imprimis in Linnaei supplemento plantarum, donec manuscriptum Florae Capensis, ante finem saeculi praeterlapsi absolutum fuerit et completum, licet turbulenta tempora impressionem, ultra triginta annos, impediverint, unico excepto Volumine, propriis sumtibus impresso." In dieser Aufzählung hat sich weiter Thunberg nur theilweise an die Aenderungen in Linné

fil. Suppl. gekehrt, für Montinia nämlich (p. 8), nicht aber für Retzia capensis (p. 9). —

Ptaeroxylon endlich verräth durch seinen Habitus schon seine Verwandtschaft mit der Cedreleen-Gattung Cloroxylon, abgesehen von des ersteren gegenständigen oder nahezu gegenständigen Blättern, welche übrigens Arten einer anderen Cedreleen-Gattung, der Gattung Flindersia, mit ihm theilen, während weiter der geflügelte Same durch seinen ganzen Bau, sein spärliches Eiweiss und namentlich durch das Auftreten eigenthümlicher Secretzellen ganz dem von Cedrela Toona gleicht, nur dass bei letzterem ausser dem Flügel nach oben auch ein solcher nach unten entwickelt ist. Auch in Blatt und Rinde finden sich, wie bei den Cedreleen überhaupt[1]), die den Melia-

---

1) Die entgegenstehende Angabe von Blenk (Flora 1884, p. 341, Sep.-Abdr. p. 60) hat sich bei erneuter, von meinem gegenwärtigen Assistenten, Herrn Dr. Solereder, mit Sorgfalt ausgeführter Untersuchung als unrichtig erwiesen. Bei allen im hiesigen Herbarium vorhandenen Arten von Cedrela waren Secretzellen, aber allerdings von geringer Grösse, im Blatte und in der Rinde, zum Theile auch im Marke nachweisbar. Ebenso in der secundären Rinde bei Flindersia und Chloroxylon, bei welchen ausserdem Secretlücken im Blatte und in der primären Rinde und bei letzterer Gattung auch im Blumenblatte und in der Fruchtschale sich finden, während im geflügelten Samen bei ihr sowohl die Secretlücken als die Secretzellen fehlen.

Bei dieser Gelegenheit mag auch noch eine andere irrige Angabe von Blenk (a. a. O. p. 278, Sep.-Abdr. p. 45) berichtiget sein, nämlich die, dass bei den Rutaceen-Gattungen Phellodendron (Trib. Toddalieae), wie auch in Benth Hook. Gen. I, p. 303 angeführt ist, und Erythrochiton (Trib. Cusparieae) Secretlücken und davon herrührende durchsichtige Punkte fehlen. Solche finden sich vielmehr bei Phellodendron sehr deutlich in den Buchten zwischen den Sägezähnen der Blättchen, in der Rinde aber nicht, wie die nähere Untersuchung von P. amurense Rupr. (aus dem Amurgebiete von Maximowicz) gezeigt hat. Auch Asa Gray (Contribut. etc., in Proceed. Am. Acad. XXIII, 1888, p. 223)

ceen durchwegs (den Sapindaceen nur theilweise) eigenen Secretzellen. Das junge Blatt besitzt zugleich denen von Cedrela, oder noch mehr denen von Flindersia ähnliche

---

gibt „spärliche Punkte" für Phellodendron an und betrachtet darnach die Gattung als zu den Rutaceen gehörig, gleichwie eben darnach auch die in Benth. Hook. Gen. zu den Simarubaceen gestellte Gattung Cneoridium, bei welcher Solereder auch Secretzellen in der primären und secundären Rinde nachweisen konnte. Bei Erythrochiton weiter finden sich die Punkte am deutlichsten in den Blumen- und Kelchblättern, ausserdem aber auch (neben den hier, wie bei Galipea, vorkommenden Rhaphidenzellen) im Blatte, beiderseits der Blattoberfläche genähert, und überall zeigt sich über ihnen eine der Oberfläche des betreffenden Organes aufsitzende Aussendrüse.

Uebrigens ist trotz der Beseitigung dieser bisher als Abweichungen von der Regel betrachteten Fälle das Vorkommen von Secretlücken im Blatte und in der primären Rinde der Rutaceen doch wohl kein ausnahmsloses. Diese Organe scheinen vielmehr gelegentlich durch Secretzellen ersetzt werden zu können. So sind bei Esenbeckia laevicarpa Engl. schlechterdings nur Secretzellen zu finden, im Blatte, wie in der primären Rinde. In der Rinde (bald der primären, bald der secundären, bald in beiden Theilen) und gelegentlich auch im Marke sind bei zahlreichen Rutaceen nach noch unveröffentlichten Beobachtungen Solereder's Secretzellen vorhanden.

Dem gegenüber darf es auch nicht Wunder nehmen, wenn bei den mit den Rutaceen so nahe verwandten Meliaceen, resp. Cedreleen, da und dort, statt der ihnen allgemein zukommenden Secretzellen, Secretlücken auftreten, wie bei Flindersia und Chloroxylon. Ein sporadisches Auftreten von Secretlücken und Secretzellen ist wohl auch für die ja ebenfalls mit den Rutaceen ausserordentlich nahe verwandten und in vielen ihrer Glieder mit einer anderen Form von Secretorganen, mit Secretgängen nämlich (im Marke oder bei Köberlinia nach neueren Beobachtungen Solereder's im Baste), versehenen Simarubaceen nicht als etwas mit ihren sonstigen Charakteren Unvereinbares anzusehen: so die Secretlücken am Rande der Blätter von Dictyoloma und Spathelia (bei ersterer nach Blenk a. a. O. p. 292, resp. 51, entgegen den Angaben von Engler, auch im jungen Zweige vorkommend, bei

kleine Aussendrüsen mit kurzem Stiele und verhältnissmässig grossem, mehrzelligem Köpfchen. Die Rinde ist bitter, wie bei den Cedreleen. Als eigenthümlich erscheint auf den

---

letzterer, s. ebenda p. 294, resp. 53, begleitet von Secretzellen in Blatt, Rinde und Mark), für welche Gattungen die Staubgefässe mit den für viele Simarubaceen charakteristischen Schuppen an ihrer Basis der Einreihung bei den Simarubaceen, nicht bei den Rutaceen, deutlich das Wort reden, obwohl auch bei der Rutaceen-Gattung Nematolepis Turcz. Aehnliches auftritt; so ferner die Secretzellen bei Cneorum (s. Blenk a. a. O. p. 293, Sep.-Abdr. p. 52) und Picrella (im Blattparenchyme, in Rinde und Mark, s. van Tieghem in Bull. Soc. bot. ser. 2, VI, 1884, p. 255, welcher noch weiter besondere Schleimzellen in der Rinde von Picrodendron erwähnt, d. h., wie die Nachuntersuchung zeigte, Zellen mit verschleimter Membran, wie sie nach meinen und meiner Schüler Beobachtungen auch einzelnen Zanthoxylon-, Boymia- und Phellodendron-Arten, öfters sammt verschleimten Zellgruppen im Holze, zukommen — s. Z. Budrunga Wall., Z. obscurum Engl., Z.? sp. Balansa Pl. Parag. n. 3255, B. rutaecarpa Juss., P. amurense Rupr.); den genannten Gattungen sind nach neueren Untersuchungen Solereder's auch noch andere Simarubaceen beizugesellen (Harrisonia Bennetii und Simaruba versicolor), während sich dem gegenüber für Suriana durch die Untersuchung von Blenk bekanntlich herausgestellt hat, dass Baillon's Angabe durchsichtiger Punkte für sie nicht genügend fundirt sei und nicht auf einem regelmässigen Organisationsverhältnisse beruhe, sowie dass ihr weder Secretlücken noch Secretzellen zukommen.

Solche als Zwischenstufen und Uebergangsverhältnisse anzusehende Vorkommnisse sind für anatomische Charaktere bei einander nahe stehenden Familien ebenso gut von vorn herein zu erwarten als für morphologische Merkmale, und es wäre ein Fehler, wenn man ihnen ein höheres Gewicht beimessen wollte, als ihnen ihrer ganzen Natur nach beigemessen werden darf.

Was die übrigen für die Rutaceen als Ausnahmen in dem Vorkommen durchsichtiger Punkte angesehenen und von Blenk in dieser Hinsicht (a. a. O. p. 277, Sep.-Abdr. p. 44 etc.) aufgeführten Gattungen betrifft, so erinnere ich daran, dass für Leptothyrsa, wie im Vorausgehenden für Phellodendron und Erythrochiton, Secretlücken nachgewiesen sind, was Blenk selbst schon hervorge-

ersten Blick an dem mit seinem Haupttheile hängenden Samen von Ptaeroxylon die dorsale Rhaphe, von der aus sich der Samenflügel erhebt. Aber eine dorsale Rhaphe bei hängender anatroper (oder, wie die Sache für Ptaeroxylon sich darstellt, einen Uebergang dieser zur campylotropen zeigender) Samenknospe findet sich unter den Meliaceen bei Synoum, was in den bisherigen Beschreibungen allerdings nicht hervorgehoben ist, und eine, im rechten Lichte betrachtet, ebenfalls eigentlich dorsale, d. h. von dem Winkel, in welchem die anatrope Samenknospe hängend befestigt ist, abgekehrte Rhaphe ist auch die von Cedrela, nur ist der betreffende Winkel hier nicht der centrale, sondern der zwischen der Scheidewand und der peripherischen Fruchtwand gelegene. Im Sinne von Agardh sind diese Samenknospen als apotrope zu bezeichnen, apotrope Samenknospen den Meliaceen also nicht fremd. Uebergänge von anatropen zu gekrümmten Samenknospen finden sich ebenfalls bei verschiedenen Meliaceen, wie z. B. bei der erst vorhin um desswillen mit Aitonia in Vergleich gezogenen Gattung Turraea, und aus dieser Beschaffenheit der Samenknospe ergibt sich von selbst auch eine mehr oder minder ausge-

hoben hat; ferner dass Peganum nach Engler, Baillon und Eichler (s. dessen Blüthendiagramme, II. 1878, p. 310) den Zygophylleen beizuzählen ist, und Melanococca als eine Art von Rhus sich herausgestellt hat (s. Engler Monogr. Anacard. p. 450: Rhus retusa Zolling., woselbst in der Synonymie, statt Melanochyla Bl., Melanococca zu lesen ist). So bleibt nur mehr Phelline und Hyptiandra für weitere klärende Untersuchung übrig. Was die in neuerer Zeit von A. Gray (Contribut., April 1888, p. 223) wegen naher Beziehung zu Cneoridium hervorgehobene australische Gattung Cadellia F. Müll. betrifft, so besitzt C. pentastylis F. Müll. weder Secretzellen noch Secretlücken; die andere Art, C. monostylis Benth., welche Ferd. v. Müller in den Fragm. Phytogr. Austr. VIII. Fasc. LX (Apr. 1873) p. 33, 34 unter dem Namen Guilfoylia monostylis als eine besondere Gattung der Simarubaceen bezeichnet hat, stand nicht zu meiner Verfügung.

prägte Krümmung des Keimlings — wie bei Turraea und Aitonia, so bei Ptaeroxylon, nur dass hier das Würzelchen gegen die Ränder, nicht gegen die Flächen der Cotyledonen gekrümmt ist. Alle diese Verhältnisse widersprechen nicht der Zuweisung von Ptaeroxylon zu den Cedreleen, welchen, wie schon erwähnt, auch Arten mit gegenständigen Blättern (in der Gattung Flindersia), wie den Meliaceen noch weiter (in den Gattungen Quivisia und Dysoxylum) nicht fremd sind, — und viele derselben sprechen deutlich dafür; für die Zuweisung zu den Sapindaceen dagegen eigentlich gar nichts, wenn nicht die Verlegenheit der Autoren, die Gattung anderwärts unterzubringen, welche Verlegenheit den mit grosser Zurückhaltung gemachten Vorschlag von Ecklon und Zeyher, den Autoren der Gattung, bis auf den heutigen Tag als annehmbar erscheinen liess. Der intrastaminale Discus wurde dabei gerne ausser Acht gelassen und das spärliche Sameneiweiss war leicht übersehen. Ein besseres Urtheil findet sich in der populären Bezeichnung der Pflanze, resp. ihres Holzes, als capensisches Mahagoniholz (s. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, 1873, p. 541) ausgesprochen.

Auch hier spricht endlich wieder, was die anatomischen Verhältnisse betrifft, wie bei Akania und Aitonia der Mangel eines continuirlichen gemischten Sklerenchymringes in der Rinde der Zweige deutlich gegen die Zugehörigkeit von Ptaeroxylon zu den Sapindaceen, welchen nach dem schon bei den eben genannten Gattungen Bemerkten ein solcher Sklerenchymring fast ausnahmslos zukommt. Bei den Cedreleen dagegen fehlt derselbe, so gut, wie bei den Meliaceen überhaupt.

Die Literatur und das Materialienverzeichniss der Gattung und Art sei, wie bei den vorausgehend betrachteten Gattungen, anhangsweise hier beigefügt.

Ptaeroxylon Eckl. et Zeyh.

Rhus spec. Thunberg (1818); cf. infra.
— — E. Meyer in Hb. Drège (ca. 1835); cf. infra.
Ptaeroxylon Ecklon et Zeyher Enum. Pl. Afr. austr. I (1834) p. 54; coll. n. 418; (inter Sapindaceas, c. obs. „Ad Rutaceas forsan magis accedens").
— Meisner Gen. Pl. I, p. 52 (1837) „Sapindacea?"; II, Comment. p. 38 „Genus forsan potius Rutáceum?"; ibid. I, p. 64 „Zanthoxylacea?", II, Comment. p. 46.
— Harvey Gen. South Afric. Pl. (1838) p. 37 („Sapindac., Trib. I, Sapindeae").
— Endlicher Gen. Pl. p. 1074 (1840) n. 5636; Suppl. IV Pars 3 (1850) p. 79 („Sapind. gen. dub.").
— Endlicher Enchirid. (1841) p. 562.
— Reichenb. Nom. (1841) p. 199 n. 7608 (dubium), ex Pfeiff.
— Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. II (1841) p. 411.
— Walpers Repert. bot. I (1842) p. 422 (Sapind. gen. dub.).
— Lindley Veg. Kingd. (1846) p. 385 (Sapind. gen. dub.).
— Harvey & Sonder Flor. cap. I (1859—60) p. 242 (Ptaeroxyleae Sond.).
— Benth. et Hook. Gen. Pl. I, 1 (1862) p. 411 n. 66 (Sapindac., Trib. Dodonaeae).
— Pfeiffer Synon. (1870) p. 303 n. 10710 (Sapindac. dub.).
— Pfeiffer Nomencl. II (1874) p. 865.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 406 n. „30?" (Sapindac., Trib. III, Sapindeae).
— Radlkofer in Durand Ind. (1888) p. 82 (e Sapindac. exclud., Cedrelear. genus habend.).
Weinmannia spec. Spreng. in coll. Zeyher. et ex Drège (1843), cf. infra.

Spec. 1: **Ptaeroxylon obliquum** Radlk.

Rhus obliquum Thunberg Flor. capens. II (1818) p. 224; Ed. II (cur. Schult., 1823) p. 268! (Vidi fragmentum speciminis originarii in Hb. Upsaliensi servati.)
— — Thunberg Plant. cap. spec. novae (Dissert., Upsaliae 12. Maj. 1824) p. 13.!
— — De Cand. Prodr. II (1825) p. 68 n. 16.
— — Sprengel Syst. Veg. I (1825) p. 936 n. 8.
— — Don General Syst. II (1832) p. 72 n. 28.

Rhus obliquum E. Meyer in Herb. Drège (ca. 1835) litt. d, ex Engler Monogr. Anacard. (1883) p. 452, quae litt. = Myaris inaequalis Presl (Amyris i. Spreng.) ex Harv. & Sond. Fl. cap. I (1859—60) p. 444; cf. Drège, zwei pflanzengeogr. Docum., in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XXVI, 2 (1843) Beigabe p. 137 („Rhus n. 6794"), p. 216 et Vergleichungen etc. in Linnaea XIX (1847) p. 630.

— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. II (1841) p. 452.

Ptaeroxylon utile Ecklon et Zeyher Enum. Pl. Afr. austr. I (1834) p. 54, coll. n. 418! Cf. nom. vulg.

— — Meisner Gen. Pl. (1837) II, Comment. p. 38.

— — Harvey Gen. South. Afric. Pl. (1838) p. 37.

— — Zeyher in Hook. Journ. Bot. II (1840) p. 127, coll. n. 160! (vidi in Hb. Webb, praemisso in eadem scheda nomine typis exscripto: „Weinmannia pinnata Spreng.").

— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. II (1841) p. 411.

— — Walpers Repert. bot. I (1842) p. 422 n. 1.

— — Drège, zwei pflanzengeogr. Docum., in Flora s. Regensb. bot. Zeit. XXVI, 2 (1843), Beigabe p. 134, 137, 214.

— — Drège, Vergleichungen etc., in Linnaea XIX (1847) p. 614, coll. n. 6814; coll. Zeyher III n. 2025!; c. syn. Weinmannia pinnata, non L., Spreng. (cf. supra sub Zeyher).

— — Pappe Sylva capensis (1854) p. 5 n. 7.

— — Harvey Thésaur. capens. I (1859) p. 11, tab. 17.

— — Harvey et Sond. Flora cap. I (1859—60) p. 243 n. 1; p. 523 (syn.: „Rhus obliquum Thunb. Herb.").

— — Walpers Ann. bot. VII (1869) p. 637 n. 1.

— — Ficalho Plantas uteis da Africa Portugueza (Lisboa 1884) p. 123.

— — Szyszylowicz Polypetalae disciflorae Rehmannianae (1888) p. 48 c. forma robusta.

Weinmannia pinnata, non L., Spreng.; v. supra sub Zeyher et Drège.

Nom. vulg.: Nieshout t. Eckl. & Z. l. c., c. obs.: Lignum ... adaequans illud Swieteniae Mahagoni pulchritudine.

Sneezwood t. Pappe l. c. p. 6, Harv. & Sond. l. c. p. 243.

Capensisches Mahagoniholz t. Wiesner in Rohstoffe d. Pflanzenr. (1873) p. 541; cf. supra sub nom. vulg. Nieshout.

In Africa australi extratropica: Thunberg! (ao. 1772—75: Rhus obliquum Thb., Hb. Upsaliens.; cf. supra); Burchell n. 3451! (ao. 1810—12; fruct., Hb. DC.), n. 4801! (steril.; Hb. Berol.); Jules Verreaux! (Cap. b. sp., ao. 1831); Ecklon et Zeyher n. 418! (Saltibus ad flumen „Boschmansrivier" terrarumque „Adow et Coega", Uitenhage, m. Oct. 1833?, flor. et fruct.); Drège n. 6794? (Rhus obliqua E. Mey. litt. d, cf. supra), n. 6814 (cf. supra; ao. 1826—34: „Enon auf steiniger Höhe unter 1000', Oct., Nov.; Enon in Olyfhoutkloof und Olifantkloof, zwischen Gebüsch unter 1000', Oct., Nov.; zwischen Zuurebergen und Klein-Bruintjeshoogte, 2000—2500', Oct."); Zeyher n. 160! („in the woods by the Zwartkop River and in the forests of Adow, district of Uitenhage", m. Sept., 1839?, fruct.; Hb. Webb c. syn. „Weinmannia pinnata Spreng.", cf. supra); Zeyher coll. III (1846) n. 2025! („Umgegend von Zwartkopsrivier, Vorberge der Winterhoecksberge, 1500—3000', Sept." ex Drège in Linnaea l. c.; fruct.; foliola majora, 4 cm longa, 1,5 cm lata); Boivin! (ao. 1846—52, Cap. b. sp.); Welwitsch iter Angolense n. 1693!, 1694! (m. Apr. 1860, fruct.); Mac Owan! (in dumetis olivarum montis Bothasberg, m. Oct.. 1873?, flor.; pl. Rehm., Hb. Schinz); Rehmann n. 6502! (Transvaal, Houtbosh; forma robusta Szysz., cf. supra; folia sola, anne arboris laesae indeque aucta?).

Zusatz. Ueber Rhus obliquum Thunb. findet sich meines Wissens kein unbedingt verlässiger Aufschluss in der bisherigen botanischen Literatur.

Von Harvey und Sonder, welche in der Vorrede zur Flora capensis, p. 12, hervorheben, dass ihnen das Herbarium Thunberg zugänglich gemacht war, wird zwar, während die Pflanze im Register übergangen ist, am Schlusse der Gattung Rhus, p. 523, angeführt: „Rhus obliquum Thunb. Herb. = Ptaeroxylon utile E. & Z.!" Da aber bei anderen, an der gleichen Stelle interpretirten Arten des Herb. Thunb. das auf die Autopsie hinweisende Rufzeichen fehlt und überhaupt nur hinter der Autorenbezeichnung „E. & Z." sich findet, so wird zweifelhaft, ob es nicht etwa bloss die Autopsie der betreffenden Pflanzen von Ecklon und Zeyher andeuten soll. In Engler's Monographie der Anacardiaceen (1883) ist zwar der Name der Pflanze im Register unmittelbar hinter „Rhus obliqua E. Meyer" angeführt und auf dieselbe Seite wie für diese hingewiesen, an der betreffenden Stelle ist aber nur von Rhus obliqua E. Meyer in Herb. Drège litt. c und d die Rede, wovon die erstere als Zanthoxylon inaequale Harv., die letztere als Ptaeroxylon utile E. & Z. bezeichnet wird, während in Harvey und

Sonder Flor. capens. I, p. 446 die erstere unter Zanthoxylon capense Harv., die letztere p. 444 unter Myaris inaequalis Presl (Amyris i. Spreng.) aufgeführt ist. Mir sind die betreffenden Pflanzen von Drège nicht zu Gesicht gekommen. Was aber die eigentlich hier in Rede stehende Pflanze von Thunberg betrifft, für welche mir die von Thunberg angegebenen Charaktere die Zugehörigkeit zu Ptaeroxylon als sehr wahrscheinlich erscheinen liessen, so habe ich durch die auf mein Ansuchen erfolgte gütige Zusendung eines Blättchens der Pflanze durch Herrn Professor Fries in Upsala Gelegenheit erhalten, mich durch makro- und mikroskopische Untersuchung davon zu überzeugen, dass dieselbe in der That mit Ptaeroxylon utile E. & Z. identisch sei.

Daraus ergab sich wider meinen Willen die Nothwendigkeit, den eben genannten Namen der Pflanze entsprechend den De Candolle'schen Nomenclaturregeln in Ptaeroxylon obliquum umzuändern, wie oben geschehen ist. —

Was nun noch Eustathes und Apiocarpos betrifft, so ist darüber dem schon oben Bemerkten, dass sie bis auf weiteres auf sich zu beruhen haben, nicht viel hinzuzufügen.

Eustathes silvestris ist eine von den schwer oder gar nicht interpretirbaren Pflanzen Loureiro's (Fl. Cochinch. I, 1790, p. 234). Willdenow hat sie in seiner Ausgabe von Loureiro's Flor. Coch. I, 1793, p. 289 fragweise auf die westindische Valentinia Sw. (1788) bezogen, welche zu der Samydeen-Gattung Casearia gehört, und welche gemäss De Candolle (s. im Folgenden) schon Jussieu zu den Samydeen verbracht hat, während von Swartz selbst Valentinia als Rhamnee angesehen und von De Candolle im Prodromus I, 1824, p. 618 für eine Sapindacee erklärt worden ist (sieh im Folgenden).

Der erste, welcher Eustathes den Sapindaceen zuwies, scheint A. L. de Jussieu gewesen zu sein (Dixième Mémoire sur les caractères généraux des familles tirés des graines etc., Ann. du Muséum d'Hist. nat. XVIII, 1811, p. 477), welcher nach einer Reihe von Bemerkungen über verschiedene Sapindaceengattungen mit den Worten fortfährt:

„Il faut encore ramener à la suite de ces genres le Dodonaea, auparavant rejeté à la fin des Terebinthacées, et le faire suivre par l'Eustathes de Loureiro et l'Amirola de Persoon ou Llagunoa de la Flore du Pérou.“ Diese Worte scheinen De Candolle (Prodr. I, 1824, p. 618) veranlasst zu haben, Eustathes mit der Bemerkung „Dodoneae forsan affinis sed 5-petala“ unter den „Genera non satis nota, Sapindaceis affinia“ aufzuführen, wobei er zugleich die von Willdenow mit Eustathes fragweise in Beziehung gesetzte Valentinia Sw., welcher umgekehrt Raeuschel in seinem Nomencl. Ed. III, 1797, p. 109 Eustathes, oder wie er fehlerhaft schreibt „Erystathes Lour.“, als Synonym untergeordnet hat (— bei Steudel ist daraus unter Eustathes durch abermalige Veränderung der Schreibweise ein Synonym „Eurytathes Lour. ex Raeuschel“ geworden) an dieselbe Stelle brachte mit der Bemerkung: „Swartzius ad Rhamneas, Jussiaeus ad Samydeas referunt hoc genus; sed ad Sapindaceas pertinere videtur ex analogia foliorum cum Thouinia simplicifolia, petalis deficientibus ut in Schleichera et Amirola, partium numero Sapindaceis proprio.“ Vielleicht hat dabei, oder schon bei Jussieu, für Eustathes auch die Stellung der Pflanze bei Loureiro in der Octandria Monogynia unmittelbar hinter dessen Dimocarpus, mit D. Lichi und D. Longan, deren verhältnissmässig nahe Beziehungen zu Sapindus schon vor Willdenow erkannt waren und von diesem in einer Anmerkung berührt worden sind, beigetragen. Sprengel (Syst. Veg. II, 1825, p. 174) folgte De Candolle nur bezüglich der Stellung von Valentinia, welche er früher (Anleit. z. Kenntniss d. Gew. II. Aufl., II, 2, 1818, p. 661) wie Swartz den Rhamneen zugezählt hatte, betrachtete aber (Syst. l. c. p. 172) dafür nun die früher übergangene Gattung Eustathes als Rhamnee, doch nur für kurze Zeit; denn wenige Jahre hernach übertrug auch er sie zu den Sapindaceen, als Synonym von Melicocca

L. (s. Spreng. Gen. Pl. I. 1830, p. 311). Die späteren Autoren, Don, Meisner, Endlicher, Lindley etc. schlossen sich alle an De Candolle an. Schon die (der Beschreibung nach) einfachen Blätter und besonders die „Bacca 1-locularis, 4-sperma“ lassen in Eustathes eine Sapindacee nicht mit gutem Grunde vermuthen. Als grosser, dauerhaftes Bauholz liefernder Baum hat die Pflanze übrigens vielleicht längst im Systeme ihren Platz gefunden, nur ohne dass ihre Beziehung zu den Angaben Loureiro's sich bemerkbar gemacht hätte. Vielleicht kann der von Loureiro angegebene Eingeborenenname der Pflanze „Cây Tlám“ einmal eine Aufklärung über die Pflanze verschaffen. Ob die Pflanze im British Museum, welches Pflanzen von Loureiro besitzt, vorhanden sei, ist nach brieflicher Mittheilung von Carruthers nicht leicht zu sagen, da eine Aufzeichnung über die Stelle, an welcher sie etwa eingereiht sein möchte, nicht vorhanden ist.

Die wesentlichere Literatur von Eustathes ist folgende:

Eustathes (accuratius „Eystathes“) Lour.

Eustathes Loureiro Flora cochinchin. I, Ed. I (1790) p. 234 n. 11: Ed. II (cur. Willd. 1793) p. 289 n. 11 excl. obs.: „An Valentiniae [Sw. scil.] sp.?“

— Jussieu, Ant. Laur., Ann. Mus. d'Hist. nat. XVIII (1811) p. 477. (Affinitatem cum Dodonaea indicat.)

— De Cand. Prodr. I (1824) p. 618 n. 24 („Dodoneae forsan affinis, sed 5-petala“).

— Sprengel Syst. Veget. II (1825) p. 172 n. 1448 („Rhamnea?“).

— Don General Syst. I (1831) p. 656, 675 n. 31 (inter. Sapindac. non satis not.).

— Meisner Gen. Pl. I, p. 53 (1837); II, Comment. p. 38 („An Dodoneae affinis?“).

— Endlicher Gen. Pl. p. 1074 (1840) n. 5693; Suppl. IV Pars 3 (1850) p. 79 (Sapindac. dub.).

— Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 618 c. syn. „Eurytathes Lour. ex Raeuschel“, qui vero Erystathes loco Eustathes scripserat in synonymia Valentiniae; cf. infra. („Sapindac. Mirb., Rhamneae Rchb.“).

Eustathes Walpers Repert. bot. I (1842) p. 422 (Sapindac. dub.).
— Lindley Veg. Kingd. (1846) p. 385 (Sapindac. dub.).
— Benth. et Hook. Gen. Pl. I, 1 (1862) p. 392, sine no. (inter gen. dub. Sapindacear., c. obs.: „Omnino ignotus est").
— Pfeiffer Synonym. (1870) p. 303 n. 10708 (Sapindac. dub.).
— Pfeiffer Nomencl. bot. I (1873) p. 1313.
— Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 377, annot. 3 (Sapindac. dub.).
Valentinia spec. Raeuschel, cf. infra.
Melicocca spec. Sprengel Gen. Pl. I (1830) p. 311.

Spec. 1. **Eustathes sylvestris** Lour.

Eustathes sylvestris Loureiro Flora cochinchin. I, Ed. I (1790) p. 235 n. 1; Ed. II (cur. Willd. 1793) p. 289 n. 1.
— — De Cand. Prodr. I (1824) p. 618 n. 1.
— — Sprengel Syst. Veg. II (1825) p. 219.
— — Don General Syst. I (1831) p. 675 n. 1.
— — Steudel Nomencl. bot. Ed. II, Vol. I (1840) p. 618, c. syn. erroneo „Valentinia sylvestris Lour."; rectius indicatur in Vol. II (1841) p. 741 „Valentinia sylvestris Raeuschel = Erystathes sylvestris" (i. e. Eustathes s. Lour.).
Valentinia sylvestris Raeuschel Nomencl. bot. Ed. III (1797) p. 109, c. syn. „Erystathes Lour." (i. e. Eustathes Lour.) in annot.
— — Steudel Nomencl. bot. Ed. I (1821) p. 868.
Nom. vulg.: Cây Tlám Cochinchinensibus ex Lour. l. c. —

Unter Apiocarpos Moguini Montrousier (Flore de l'ile Art in Mém. Acad. Lyon X, 1860, p. 190), ist, wenn der Discus richtig und im gewöhnlichen Sinne als „discus perigynus" vom Autor bezeichnet ist, wohl kaum eine Sapindacee zu verstehen und sicherlich ist dieselbe nicht, wie in Benth. Hook. Gen. I, p. 1000 (vergleichsweise) geschehen ist und in Baillon, Hist. d. Pl. V, p. 412 (ohne dass die Pflanze im Register erwähnt wäre) wiederholt wird, auf Akania Hook. f. zu beziehen, da die Angaben „stylus nullus" und „foliola integra" (soll wohl heissen: integerrima) dem entgegenstehen. Ist dagegen die erwähnte Bezeichnung

des Discus etwa nur in dem Sinne von „discus annularis, germinis basin cingens“ zu nehmen, so könnte man mit Rücksicht auf die mit 3, meist zweisamigen Fächern versehene Kapselfrucht, den rothen Samenmantel, die grünlich weissen Blüthen und das abgebrochen gefiederte Blatt an eine Harpullia denken, etwa an die H. austro-caledonica Baill.; aber auch hier steht wieder die Angabe „stylus nullus, stigmata 3“ entgegen, es müsste denn dieselbe etwa vom Pistillrudimente einer ♂ Blüthe hergenommen sein. Einer Beziehung der Pflanze auf Cupaniopsis apiocarpa m. oder auf eine Art der Gattung Storthocalyx m. stehen die einsamigen Fruchtfächer dieser entgegen. Die Pflanze scheint auch in Lyon nicht vorhanden zu sein; wenigstens hat Herr Professor R. Gérard, der meiner Bitte um Aufschluss über sie auf's freundlichste entgegen gekommen ist, sie nicht aufzufinden vermocht, und so wird es wohl am besten sein, sie auf sich beruhen zu lassen, bis vielleicht einmal der Eingebornenname „Aligo“ Licht über sie verbreitet.

Die Literatur der Pflanze ist folgende:

Apiocarpus Montr.

Apiocarpus Montrousier, Flore de l'ile Art (près de la Nouvelle-Calédonie) in Mém. Acad. Lyon X (1860) p. 190; refertur in Flora s. Regensburger bot. Zeitung XLV (1862) p. 346 (sub titulo: Die Flora der Insel Art bei Neu-Caledonien, p. 343 etc.). „Sapindacear. gen. nov.“

— Benth. et Hook. Gen. I, 3 (1867) p. 1000 in Addend.: „Akaniae valde affinis videtur, nisi congener.“

Akania spec.? Benth. et Hook., cf. loc. anteced.

— — ? Baillon Hist. d. Pl. V (1874) p. 412, annot. 7. (In indice deest.)

Spec. 1: **Apiocarpus Moguini** Montr.

Apiocarpus Moguini Montrousier l. c. p. 191; nomen solummodo redditum in Flora l. c.

Nom. vulg.: Aligo incolis, teste Montr. l. c.

III. Charakterisirung der Familie.

Nach den im Vorausgehenden bewerkstelligten Ausschliessungen stellen sich die Sapindaceen als eine sehr einheitliche Gewächsgruppe dar, für welche es fast schwerer ist, engere verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen Familien (abgesehen von den Hippocastaneen und Acerineen) nachzuweisen, als die bisher für dieselbe so vag gewesenen Grenzen scharf zu ziehen. Es lassen sich die Sapindaceen in dem gedachten Umfange nunmehr kurzweg charakterisiren als exalbuminose und campylosperme Discifloren (Eucyclicae) mit extrastaminalem Discus und alternirenden Blättern. Neben dem kann zur Charakterisirung in anatomischer Hinsicht hervorgehoben werden, dass sie eine continuirliche, gemischte Sklerenchymscheide an der Grenze der primären und secundären Zweigrinde besitzen, sowie einfach durchbrochene Gefässzwischenwandungen und mit Hoftüpfeln versehene Seitenwandungen der Gefässe auch da, wo diese nicht unter einander, sondern mit Parenchym (Holzparenchym oder Markstrahlparenchym) in Verbindung stehen, weiter einfach getüpfeltes Prosenchym in dem bald regelmässigen, bald in eigenthümlicher Weise unregelmässigen Holzkörper; ferner dass Zweige und Blätter häufig mit kleinen, kurzgestielten, mehrzelligen Aussendrüsen und häufig mit milchsaftführenden, am getrockneten Blatte oft als durchsichtige Punkte oder Strichelchen erscheinenden Secretzellen, nie aber mit Secretlücken oder Secretgängen versehen sind.

Dabei ist in Hinsicht der Blattstellung nur eine Ausnahme zu verzeichnen, die der monotypischen Gattung Valenzuelia (mit gegenständigen Blättern) und hinsichtlich des Discus die Gattung Dodonaea, bei welcher der Discus in den männlichen Blüthen unentwickelt bleibt und bei aus-

nahmsweise vorkommenden ☿ Blüthen durch ein gestrecktes Internodium über den Staubgefässen vertreten erscheint. Fälle, wie die von Alectryon und Exothea, bei welchen sich das polsterförmig anschwellende Discusgewebe zwischen den Staubgefässen vordrängt und nach innen von denselben mehr oder minder vollständig zu einem ringförmigen Innenrande verbindet, sind nicht eigentlich als Ausnahmen anzusehen, da der Discus in seinem Haupttheile hier deutlich extrastaminal bleibt (vergl. p. 153 und das weiter unten Gesagte).

Ausnahmsfälle hinsichtlich der anatomischen Charaktere finden sich bei Valenzuelia, deren Sklerenchymring nicht continuirlich ist, und bei Xanthoceras, deren Sklerenchymring in Folge Dünnwandigbleibens der Markstrahlen eine geringe, später deutlicher werdende Unterbrechung zeigt; kaum erwähnenswerth ist weiter ein sehr vereinzeltes Auftreten von armspangigen, leiterförmig durchbrochenen Gefässzwischenwänden im primären Holze von Harpullia, von Lecaniodiscus cupanioides und ein paar Lepisantheen (Placodiscus turbinatus, Cotylodiscus stelechanthus).

Es ist, um das Charakterbild der Familie zu vervollständigen, hinzuzufügen, dass die Sapindaceen zur Eingeschlechtigkeit und Ein- (oder Zwei-) häusigkeit, unter relativer Begünstigung des männlichen Geschlechtes nach Art und Zeit der Entwicklung, also zum sogenannten Andromonoecismus (oder Androdioecismus) neigende, gewöhnlich 5-gliedrige Blüthen — abgesehen von dem nur 3- oder 2-gliedrigen Gynoecium — mit nach rückwärts gekehrtem zweitem Kelchblatte besitzen, welche aber gelegentlich durch Verwachsung zweier Kelchblätter (des dritten und fünften), Unterdrückung eines Blumenblattes und entsprechende Reducirung des Androeciums den Anschein der Viergliedrigkeit gewinnen (bei Arten von Serjania, Paullinia, Cardiospermum, bei Athyana Diatenopteryx, Thouinia und Allophyllus), und an

denen im Knospenzustande die wesentlichen Blüthentheile nicht, wie vielfach gerade bei den nächst verwandten Familien der Rutaceen, Simarubaceen, Burseraceen, Anacardiaceen und Meliaceen mit im allgemeinen sehr kleinem Kelche, eigentlich bloss von den Blumenblättern überdeckt sind, sondern zugleich auch von den Kelchblättern (Athyana und Diatenopteryx ausgenommen); weiter häufig mit Schuppen versehene (serial dedoublirte) Blumenblätter, welche Schuppen als Saft- oder Honigdecken erscheinen mit anderssinnig als im Blumenblatte selbst, wie gewöhnlich bei solchen Emergenzen, orientirten Gefässbündeln, die höchst entwickelten (bei den Eupaullinieen) von kaputzenartiger Gestalt und mit besonderen gelbgefärbten kammartigen Fortsätzen — sogenannten Pollenmalen — auf ihrer Spitze versehen, in anderen Fällen durch Spaltung (auch ihrer Kämme) in ein Paar neben einander stehender Schuppen umgebildet (Thinouia, Porocystis, Toulicia zum Theile, Guioa, Diploglottis, Euphorianthus, Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras, Toechima, Synima), in wieder anderen eigenthümlichen Fällen mit den Blumenblatträndern zu einem trichterig schildförmigen Gebilde vereiniget (Lychnodiscus, Glenniea, Pentascyphus, Phialodiscus, Lepidopetalum, Paranephelium), oder nur mit dem Nagel des Blumenblattes verbunden (Hebecoccus, Scyphonychium) unter Bildung einer Art Tasche (welche durch eine kammartige Leiste der Länge nach getheilt sein kann, wie bei Chytranthus Mannii), oder bei gleichzeitiger Spaltung nur als einwärts geschlagene Randtheile oder blattohrenartige Anhängsel der Blumenblätter sich darstellend (Cupania etc.), welche aber mitunter das Blumenblatt selbst an Grösse übertreffen (Matayba etc.), seltener keine Blumenblätter (Placodiscus, Melanodiscus, Crossonephelis, Lecaniodiscus, Schleichera, Haplocoelum, Nephelium und Alectryon zum

Theile, Heterodendron, Podonephelium, Stadmannia, Dictyoneura, Mischocarpus zum Theile, Llagunoa, Dodonaea, Distichostemon, Averrhoidium, Doratoxylon, Ganophyllum); ferner nicht selten zu besonderen drüsenartigen Effigurationen vor oder (Xanthoceras) zwischen den Blumenblättern ausgebildete Theile des extrastaminalen Discus, welcher überdiess bei nahezu einem Drittheile der Gattungen (sei es bei allen, sei es bei einzelnen Arten derselben) eine ungleichseitige Entwicklung zeigt, dadurch eine auffällig symmetrische Gestaltung der Blüthe bedingend, mit (in Abhängigkeit von der Wickelstellung der Blüthen oder ihrer Hinneigung zu solcher, wie auch anderwärts, stehender) schiefer, hier durch das vierte, auf der Rückseite der Blüthe seitwärts gelegene Kelchblatt gehender Symmetralen und mit mehr oder minder vollständiger Verkümmerung des diesem Kelchblatte diametral gegenüberstehenden, auf das Intervall zwischen Kelchblatt 3 und 5 treffenden Blumenblattes (s. das Diagramm im Supplemente der Monographie von Serjania, Taf. VIII Fig. 1 und 2, nebst Figurenerklärung); sodann ein meist durch Unterdrückung zweier (bei Blüthen mit ungleichseitigem Discus deutlich rechts und links von der Symmetralen stehender) Glieder unvollständig diplostemones und uniseriates, seltener (bei Lychnodiscus, Laccodiscus und zuweilen bei Diploglottis) ein vollzählig diplostemones oder (bei Crossonephelis, Pseudopteris, Tinopsis, Dictyoneura, Doratoxylon, Ganophyllum, Filicium und gewissen Arten anderer Gattungen, wie Otophora ramiflora, Harpullia ramiflora, arborea etc.) ein haplostemones und nur sehr ausnahmsweise (bei Deinbollia, Hornea und Distichostemon — wahrscheinlich in Folge von Dedoublirung —) ein polystemones Androecium, dessen Glieder in der Knospe gewöhnlich gerade gestreckt sind (selten doppelt knieförmig gebogen, im unteren

Theile nach aussen und unten, im oberen wieder aufwärts — bei Lychnodiscus, Placodiscus, Lecaniodiscus, Eriandrostachys, Macphersonia, Aporrhiza, Exothea und Harpullia subgen. Otonychium), aufrechte, 4-fächerige Antheren mit seitlichen oder introrsen, nur bei Pseudima subextrorsen, bei Melicocca extrorsen Fächern tragen und Pollen von gewöhnlich 3-eckig polsterförmiger Gestalt mit je einer Furche und Pore an den Ecken oder von Kugelgestalt bei entsprechender sonstiger Beschaffenheit bilden; ferner ein meist 3-gliedriges syncarpes Gynoecium (dessen unpaares Glied in Blüthen mit ungleichseitigem Discus deutlich gegen das vordere Ende der Symmetralen hin, über das Intervall zwischen Kelchblatt 3 und 5 zu stehen kommt[1]), mit stets mehr oder minder campylotropen, niemals rein anatropen, gewöhnlich apotropen und meist einzeln im Fache aufrecht stehenden Samenknospen; endlich Früchte von geringer Grösse, bald kapselartig, bald nussartig mit corticoser Schale, bald mehr oder minder drupös, gelegentlich mit Flügeln versehen und in diesem und anderem Falle als Spaltfrucht ausgebildet, nur selten geniessbar, manche aber Samen mit geniessbaren Theilen enthaltend, mit zuckerreichen Arillus-Bildungen nämlich, oder mit mandelartigem Embryo, welch letzterer stets, wenn auch, gelegentlich fast unmerklich, gekrümmt ist.

---

1) Weniger bestimmt liessen sich an dem getrockneten Materiale für Blüthen mit regelmässigem Discus die Stellungsverhältnisse erkennen. Doch schien im allgemeinen bei 3 Fruchtblättern das eine nach rückwärts in die Mediane, bei zweien beide in die Mediane zu fallen. Ebendahin bei Octandrie bald Glieder, bald Lücken des Andröciums, was wohl eher auf ungleichen Dehnungen des Discus als auf wechselnder Stellung der unterdrückten Staubgefässe beruhen dürfte. Es finden diese Verhältnisse in den für Acer von Eichler (Blüthendiagramme II, 1878, p. 350 etc.) und Pax (in Engler's Jahrb. VI, 1885, p. 314 etc.) erwähnten ihr Seitenstück.

Was die habituellen Verhältnisse betrifft, so ist dem Obigen beizufügen, dass die Sapindaceen, abgesehen von ein paar krautartigen Angehörigen der Gattung Cardiospermum, Holzgewächse sind — niedere oder höhere Sträucher oder Bäume, zum Theile von mächtiger Entwicklung, viele mit Ranken versehen und lianenartig (Paullinieen), zugleich nicht selten mit anomaler Stammstructur (s. im später Folgenden bei den anatomischen Verhältnissen der Achse), einzelne auch von palmenartigem Wuchse (Arten der Gattungen Toulicia und Talisia) mit einfachem Stamme und etagenweise sich entwickelnden Blättern, manche von giftiger Beschaffenheit für Menschen oder Thiere, namentlich für Fische; weiter dass ihre Blätter — ausser bei den Paullinieen — nebenblattlos sind, sowie gewöhnlich zusammengesetzt, und zwar, was die Unterscheidung der Sapindaceen von verwandten und anderen Familien (wie die oben p. 175 schon hervorgehobene Knospenbeschaffenheit) sehr erleichtert (s. über Sapindus etc., Sitzungsber. 1878, p. 233 Anmerk., p. 314; ferner Rede über die anat. Methode, 1883, p. 28 Anmerk.), am häufigsten unecht unpaar-gefiedert (s. Näheres darüber bei der Verwerthung dieses Verhältnisses zur Bildung der Gruppen „anomophyller Eu- und Dys-Sapindaceen", sowie im Conspectus tribuum); endlich, dass ihre mit Trag- und Vorblättern versehenen Blüthen meistentheils zunächst zu Wickeln oder zu Dichasien mit Hinneigung zu Wickelabschluss vereiniget sind, welche sodann vereinzelte oder rispenähnlich gehäufte Thyrsen (Paullinieen etc.) oder wirkliche Rispen (Cupanieen etc.) darstellen helfen.

An den Thyrsen der Paullinieen werden die zwei untersten seitlichen und zugleich vorderen (in ihrer Stellung dem 1. und 3. Kelchblatte in einer Blüthe der gleichen Pflanze entsprechenden) Wickeln durch einen einfachen Rankenzweig ersetzt, wozu auch rankenartige Ausbildung

des unterhalb gelegenen Theiles der Thyrsusaxe selbst sich gesellen kann. Die Rankenzweige treten übrigens bei den betreffenden Arten nicht immer (namentlich häufig nicht an den obersten Inflorescenzen) auf, und andererseits können dieselben auch für sich allein, unter Verkümmerung des blüthentragenden Theiles der Inflorescenz (an den unteren Theilen der Pflanze) auftreten (vergl. darüber das in der Monographie von Serjania p. 6 und 7 Gesagte).

Es ist an der bezeichneten Stelle der Monographie von Serjania schon auf die häufig traubenförmige Gestalt der als Thyrsen zu bezeichnenden Inflorescenzen hingewiesen und hervorgehoben worden, dass dieselben von den Autoren gelegentlich schlechthin als Trauben und ihre rispenähnlichen Vereinigungen schlechthin als Rispen bezeichnet werden, welche Bezeichnungen auch auf die Namen betreffender Pflanzen übergegangen sind (Serjania racemosa, S. paniculata). Diese Bezeichnungen sind aber nur approximative. Eine solche aus Wickeln zusammengesetzte, bei den Paullinieen mit zwei Rankenzweigen beginnende Inflorescenz erscheint nämlich, wenn man den sicherlich wesentlichen, aber häufig, und auch von Eichler, unbeachtet gelassenen Unterschied zwischen einer echten, zu den ungeschlossenen Blüthenständen gehörigen Traube, deren Hauptaxe zur Production einer (End-)Blüthe überhaupt nicht befähigt, also anderer Natur als die Seitenaxen ist, und einer nur traubenförmigen, aber cymösen, d. h. geschlossenen oder wenigstens zum typischen Abschlusse der Hauptaxe befähigten Inflorescenz festhält, als eine Inflorescenz der letzteren Art, völlig gleichwerthig der begrenzten, ebenfalls aus Wickeln zusammengesetzten Inflorescenz von Aesculus, bei welcher eine die Hauptaxe abschliessende Blüthe, wenn auch nicht häufig, so doch gelegentlich in der That zur Entwicklung kommt.

Gliedert man nun die cymösen Inflorescenzen nach dem Charakter der Verzweigung in solche mit mehr- (als zwei-) gliedrigem Protagma (— Vorgestell — der Ausdruck ist von Schimper, hier aber unter Einbeziehung des Schimper'schen Mesotagmas erweitert zur Bezeichnung nicht bloss der eigentlichen Vorblätter, sondern auch der einer Blüthe am gleichen Sprosse vorausgehenden Hochblätter, und zwar im wesentlichen der fertilen, d. h. der in ihren Achseln Seitensprossen Raum gebenden von allen diesen Blättern),

in solche mit zweigliedrigem und endlich mit eingliedrigem Protagma, — um mit Eichler zu reden: in Pleiochasien, Dichasien und Monochasien —, welche alle als einfache, oder zusammengesetzte Inflorescenzen auftreten können, und zwar zusammengesetzt unter Wiederholung der gleichen Verzweigungsweise oder, was die reicher verzweigten betrifft, indem sich Uebergänge von der reicheren zu einer ärmeren und ärmeren Verzweigungsweise entweder in allen Seitengliedern oder besonders in den später und höher erscheinenden zeigen, so lässt sich für die in Rede stehenden Inflorescenzen leicht der rechte Platz und die entsprechende Bezeichnung finden. Sie gehören zu den zusammengesetzten, aber in allen Seitengliedern nach vereinfachtem Typus zusammengesetzten cymösen Inflorescenzen mit mehrgliedrigem Protagma, welche man im allgemeinen den rispenartigen (pleiochasischen) Inflorescenzen beizuzählen hat, und für welche man weiter die Bezeichnung Thyrsus (d. i. panicula composita e dichasiis vel bostrygibus vel cincinnis, und zwar hier das letztere, also Thyrsus cincinniger) schon vielfach verwendet hat und füglich verwenden kann, während man die durchwegs oder doch der Hauptsache nach auch in ihren Seitengliedern dem Typus der ersten Verzweigung folgenden zusammengesetzten cymösen Inflorescenzen mit mehrgliedrigem Protagma mit dem im wesentlichen schon immer für sie gebrauchten Namen Rispe bezeichnen und je nach ihrer kegelförmigen, walzenförmigen, abgeflachten (ebenstraussartigen oder doldenförmigen) oder trichterförmigen Gestaltung als Kegelrispe (oder Rispe im gewöhnlichen Sinne), als Walzenrispe, als Flachrispe (corymbiforme Rispe und Doldenrispe, oder Trugdolde — cyma plana — z. Theile) und als Trichterrispe oder Spirre (anthela) unterscheiden kann, wie endlich die entsprechende einfache Inflorescenz mit vielgliedrigem Protagma als vereinfachte oder traubenförmige Rispe bezeichnet werden kann, oder wenn man den von Eichler dafür gebildeten Namen vorziehen will, als (einfaches) Pleiochasium. Dabei wird die Schwierigkeit der Unterscheidung solcher Inflorescenzen von racemösen (ungeschlossenen) auf ein sehr geringes Mass reducirt, wenn man die Fähigkeit der Hauptaxe zur Production einer Endblüthe oder eines dieselbe vertretenden abschliessenden Gebildes („Teleotagma“ Schimper), oder die sonst sich documentirende Gleichwerthigkeit derselben mit den abgeschlossenen Seitenaxen, nicht das mehr zufällige wirkliche Vorhandensein einer Endblüthe als das wesentlich Unterscheidende ins Auge fasst, und wenn man berücksichtiget, dass bei zusammengesetzten Inflorescenzen, deren seitliche Sprosssysteme deter-

minirt sind, bis zum Erweise des Gegentheiles das Gleiche in der Regel auch für die Hauptaxe angenommen werden darf.

Darnach ist (mit Bravais und entgegen Eichler — s. dessen Blüthendiagr. I, p. 33) die Inflorescenz von Berberis, da dieselbe gelegentlich mit Endblüthe vorkommt, stets, auch wenn diese fehlt, als cymöse Inflorescenz, als vereinfachte, traubenförmige Rispe, als (einfaches) Pleiochasium zu bezeichnen. Die oben erwähnte rispenähnliche Zusammenfassung von Thyrsen bei der darnach benannten Serjania paniculata und ähnlichen Sapindaceen dagegen ist, da die Hauptachse anderer Natur als die der seitlichen Thyrsen, nicht als eine wahre Rispe, sondern als eine rispenförmige, aus Thyrsen zusammengesetzte Traube zu bezeichnen, somit als eine aus determinirten Inflorescenzen zusammengesetzte indeterminirte, wozu das Gegenstück — eine aus indeterminirten Inflorescenzen zusammengesetzte determinirte Inflorescenz — die ebenstraussartige Rispe der Corymbiferen oder die aus Aehrchen zusammengesetzte Rispe der Gräser bildet, wobei die Schlussgebilde für die Rispenäste nicht Einzelblüthen, sondern Blüthenkörbchen (wie z. B. auch für die Schraubeläste von Cichorium) oder Aehrchen sind.

Was die dichasischen Inflorescenzen betrifft und die mit eingliedrigem Protagma, unter welchen wieder die mit in der Regel nur durch Verarmung eingliederig gewordenem seitenständigem Protagma (Cincinnus und Bostryx) und die mit typisch eingliedrigem mittelständigem Protagma (Fächel und Sichel) aus einander gehalten werden können, so ist hier keine Veranlassung gegeben, auf sie näher einzugehen. —

Ich knüpfe an diese Bemerkung die Besprechung und Berichtigung einer Pflanze an, welche zur Erhärtung des eben Gesagten geeignete Gelegenheit gibt, einer Pflanze nämlich mit in ähnlicher Weise, wie bei Serjania racemosa etc., als Traube bezeichneter, aber nur traubenförmiger und einen aus einfachen Dichasien zusammengesetzten Thyrsus darstellender Inflorescenz. Es ist das die von Meisner in der Flora brasiliensis V, 1 (1855) p. 25 aufgestellte und auch in DC. Prodr. XIV (1857) p. 168 aufgeführte Coccoloba Japurana, welche der Autor selbst schon an der erst bezeichneten Stelle als „species ... ulterius inquirenda ex specimine floribus nondum apertis in Hb. Acad. Reg. Monac. non satis nota" bezeichnet hat.

Dieselbe wurde bei der im Werke befindlichen monographischen Bearbeitung der Gattung Coccoloba von Herrn Dr. Gustav Lindau in Berlin als nicht zu dieser Gattung gehörige Pflanze unbekannter

Stellung an das Münchener Herbar zurückgesendet und schien wegen des noch sehr jugendlichen Zustandes der Blüthenknospen — dieselben besitzen kaum 0,75 mm Länge — anfänglich kaum bestimmbar zu sein.

Die anatomisshe Methode in Verbindung mit sorgfältigem Studium der jungen Blüthenknospen unter Auseinanderlegung ihrer Theile und Fertigung successiver Querschnitte für die mikroskopische Untersuchung führte übrigens auch hier zum Ziele.

Charakteristisch erschien nämlich bei der anatomischen Untersuchung der Vegetationsorgane das gleichzeitige Vorkommen von Gefässen mit leiterförmig durchbrochenen, zum Theile reich-, zum Theile armspangigen Zwischenwänden und solchen mit einfach durchbrochenen, bald mehr, bald weniger geneigten Zwischenwänden im Holze des Zweiges und zwar sowohl im inneren, wie im äusseren Theile desselben in ziemlich gleicher Weise, unter Vorwalten der leiterförmigen Durchbrechung. Diess und die Beschaffenheit der Staubgefässe, deren fast sitzende Antheren zarten, den Blumenblättern selbst ähnlichen Gebilden (einzeln) aufgewachsen erschienen, liess sofort auf eine jener Violarieen mit schuppenförmig verbreitertem und vorgezogenem Connective schliessen, wie sie den Tropen eigen sind. Nach ihren übrigen Charakteren war die Pflanze nun leicht als eine Art der Violarieen-Gattung Alsodeia Thouars, für welche Baillon wohl mit Recht den älteren Namen Rinorea Aubl. wieder aufgenommen hat, zu erkennen. Sie stellt eine neue Art dieser Gattung dar: Rinorea, oder, wie sie bis zu einer neuen kritischen Sichtung des jetzigen Gattungsinhaltes und Feststellung der betreffenden Namen füglich zu nennen sein dürfte, Alsodeia Japurana m., für welche die schon von Meisner angegebenen Merkmale, namentlich die „den Blättern an Länge nachstehenden, fadenförmigen, lockerblüthigen, hängenden“ aus einfachen (3-blüthigen) Dichasien zusammengesetzten, traubenförmigen Inflorescenzen charakteristisch sind. Sie erscheint durch ihre nicht gerade mit Unrecht auch schon von Meisner in der Flora brasiliensis, aber nicht mehr auch in DC. Prodr. als „blattgegenständig“ bezeichneten Inflorescenzen, wie nach anderen Merkmalen (besonders Gestalt und Venation der Blätter) als zunächst verwandt mit Alsodeia racemosa Mart. & Zucc., bei deren Benennung von einer genauen Auffassung der hier zusammengesetzte, gewöhnlich 7-blüthige Dichasien tragenden, als Thyrsus zu bezeichnenden Inflorescenz in der schon erwähnten Weise und ähnlich wie bei Serjania racemosa Umgang genommen ist, worauf ich zurückkommen werde.

Dass die blattgegenständige Inflorescenz aus der Achsel eines dem betreffenden Laubblatte gegenüberstehenden, schuppenförmigen und früh abfallenden Niederblattes entspringt, hat für die entsprechenden Alsodeia-Arten schon Eichler dargelegt, gleichwie auch den an Atropa erinnernden, aber eigenartigen, sympodialen Aufbau mit äusserlich ähnlicher Paarung der Blätter (sieh Blüthendiagramme II, 1878, p. 223 und die dort citirte nähere Darlegung in Flora 1870, p. 401, tab. 4).

Die von dem erwähnten Niederblatte und von den ebenfalls früh abfallenden Nebenblättchen des gegenüberstehenden und des mit letzterem gepaarten Laubblattes zurückgelassenen Narben haben Meisner offenbar veranlasst, für die Pflanze „ochreae deciduae" anzunehmen, welche Angabe somit aus seiner Diagnose zu streichen ist.

Ich füge, um dann auf die Inflorescenz der Alsodeia-Arten zurückzukommen, in Betreff der in Rede stehenden Pflanze noch hinzu, dass sich an den Querschnitten der jugendlichen Blüthenknospen ganz dieselbe Deckung von Kelch und Krone beobachten liess, wie sie Eichler für Alsodeia darstellt (Blüthendiagramme II, p. 222 Fig. 87, B.); weiter dass an dem isolirten, in Javelle'scher Lauge gebleichten Pistille trotz der jugendlichen Beschaffenheit und einer einschliesslich des Griffels nur 0,45 mm betragenden Länge doch schon die Einfächerigkeit des Fruchtknotens mit parietaler Stellung eben als Zellhügel hervortretender Samenknospen sich erkennen liess, sowie dessen Verlängerung in einen röhrenförmigen, ohne deutliche Narbenbildung mit scharfem Rande endigenden Griffel; endlich dass die Kelchblätter in einer für diese Art eigenthümlich erscheinenden Weise unter der Epidermis ihrer Innenseite bis zur Spitze mit einer Schichte Einzelkrystalle führender Zellen versehen sind, während bei A. racemosa und anderen Arten nur unter der Mitte der Kelchblätter zwischen anderen eingestreute derartige Zellen zu beobachten waren.

Was nun die Inflorescenzen der hier in Rede stehenden Alsodeia-Arten betrifft, die Uebereinstimmung derselben mit den im Vorausgehenden betrachteten Inflorescenzen der Sapindaceen und ihre daraus sich ergebende Bezeichnung als Thyrsen, welche hier aus Dichasien — wie die der Sapindaceen und Hippocastaneen aus Wickeln — zusammengesetzt sind, welche aber auch durch Auftreten von Einzelblüthen an Stelle der Dichasien bei gewissen Arten zu einfachen Polychasien werden können, so habe ich gegenüber der Angabe von Eichler an dem schon erwähnten Orte (Flora 1870, p. 407), dass die Inflorescenzen von Alsodeia mit steriler Spitze

endigen, als wesentlich hervorzuheben, dass sich, was den cymösen Charakter dieser Inflorescenzen direct bekundet, ganz ähnlich, wie bei Aesculus, gelegentlich auch hier eine Endblüthe beobachten lässt. So z. B. bei der in meinem Beitrage zur africanischen Flora, Februar 1883, p. 370, als Alsodeia spec. erwähnten Pflanze der Sammlung von Hildebrandt, n. 3176 (Celastrus nossibens O. Hoffm. Sert. mad. 1881, p. 12), welche Baker im Journ. Linn. Soc., March & April 1883, p. 89 auf Alsodeia squamosa Boivin ed. Tul. (in Ann. sc. nat., sér. 5, IX, 1868, p. 307) bezogen hat und welche darnach auch von Baillon im Bull. Soc. Linn. de Paris n. 73, 1886, p. 582—3 unter „Rinorea squamosa Baill." angeführt ist (mit dem Druckfehler 8176, statt 3176). Es tritt die Endblüthe, wenn sie überhaupt entwickelt ist, hier sehr deutlich hervor, da sie den übrigen Blüthen der bei dieser Art als (einfache) traubenförmige Polychasien erscheinenden Inflorescenzen in der Entwicklung vorauseilt und schon zur Frucht sich ausgebildet zeigt, während die ihr zunächst stehenden Seitenblüthen noch im Knospenzustande sich befinden.

So bildet also die Gattung Alsodeia einen sehr schönen Beleg, wie für die gradweise Abstufung in dem Aufbau cymöser Inflorescenzen bei verwandten Pflanzen, so auch für die Triftigkeit des oben ausgesprochenen Satzes, dass das Wesen einer cymösen (d. i. determinirten) Inflorescenz nicht so fast in dem Vorhandensein des normalen Schlussgebildes als vielmehr in der Befähigung zu seiner Bildung und der damit gegebenen Gleichartigkeit der Hauptaxe mit den Seitenaxen zu suchen sei, und das mag die Besprechung derselben an dieser Stelle rechtfertigen, welcher noch ein paar Worte hinsichtlich der anatomischen Charaktere beigefügt sein mögen.

Die oben erwähnte eigenthümliche Mischung verschiedenartig durchbrochener Gefässzwischenwände im Holze findet sich nämlich nicht bei allen Alsodeia-Arten und scheint für die nähere Präcisirung derselben ein willkommenes Hilfsmittel zu bilden. Sie zeigte sich bei einer entsprechenden Durchmusterung der im Münchener Herbare vorhandenen Materialien unter den americanischen Arten, ausser bei A. Japurana, bei der damit zunächst verwandten A. racemosa Mart. & Zucc. (Exemplare von Martius) und der ebenfalls nahe stehenden A. Sprucei Eichl. (Spruce n. 1834 et 1947, Schomburgk n. 947), ferner bei der von Eichler zu A. guianensis, aber wohl mit Unrecht, gerechneten A. pubiflora Benth. (Kappler n. 1130 aus Surinam), bei A. paniculata Mart. & Zucc. (Exemplare von Martius) und bei A. sylvatica Seem. (Exemplare

von Sutton Hayes n. 30 aus Panama und damit vollständig übereinstimmende von Moritz Wagner ebendaher); unter den ausseramericanischen Arten bei der oben erwähnten A. squamosa Boivin (Hildebrandt n. 3176 aus Madagascar), bei A. obtusa Korth. (von dem Autor selbst auf Borneo gesammeltes Exemplar) und A. Roxburghii Wall. (im Garten zu Calcutta cultivirte, und aus dem dortigen Herbare mitgetheilte Exemplare).

Nur leiterförmig durchbrochene Zwischenwände, mitunter sehr reichspangige und häufig arm- und reichspangige neben einander, zeigten dagegen unter den vorhandenen americanischen Arten (in der Ordnung der Flora brasiliensis aufgezählt): A. physiphora Mart. (Exemplare von Martius), A. macrocarpa Mart. mss. (Exemplare von Martius), A. flavescens Spreng. (coll. Kappler — Eichler schreibt Hostmann — n. 1144, Surinam), A. falcata Mart. mss. (Exemplare von Martius und von Eichler hieher gerechnete Exemplare von Spruce n. 1069 und 1964, welche ich als eine besondere Art, A. camptoneura, auffasse und im Folgenden noch weiter in Betracht ziehen werde), A. guianensis Eichl. (coll. Kappler — Eichler schreibt Hostmann — n. 243, welche ich als in der That mit Passoura guianensis Aubl. übereinstimmende Pflanze ansehe; ausserdem von Eichler — wohl mit Unrecht — als var. brevipes hieher gerechnete Exemplare von Schomburgk n. 1282 und als var. Lindeniana bezeichnete Exemplare von Martius und von Schomburgk, welche nunmehr besser wieder, wie früher, als A. brevipes Benth. und als A. Lindeniana Tul. zu bezeichnen sein werden); weiter unter den ausseramericanischen Arten A. javanica Hassk. (Prosthesia j. Bl., aus dem Hb. Lugd.-Bat. mitgetheilt), A. obtusa Korth. (von diesem selbst gesammelt), A. echinocarpa Korth. (blühendes Exemplar aus Sumatra aus dem Herb. Lugd. Batav. und von Griffith auf Malacca gesammeltes unter 225 vom Herb. Kew mitgetheiltes Exemplar in Frucht), A. mollis H. f. & Th. (aus Tenasserim von Helfer, Kew Cat. n. 225 A), und endlich eine Pflanze von Soyaux aus Loango n. 160 (Nov. 1874, flor.), welche, da sie meines Wissens noch nicht in das System eingefügt ist, wegen ihrer verhältnissmässig langen Blattstiele A. petiolaris genannt sein mag. Sie gehört zu den Arten mit „foliis alterne distichis“ und besitzt in kurze, ungefähr 3 cm lange, rostbraun behaarte, aus 3- und mehrblüthigen Dichasien zusammengesetzte Inflorescenzen sich endigende Zweige von graugrüner Farbe und ebenso gefärbte oblonge, an der Basis zum Theile fast keilförmig verschmälerte, zugespitzte, gezähnelte Blätter von 10—15 cm Länge und 4—6 cm Breite, mit

2—3 cm langen Stielen und abfälligen, trockenhäutigen, braunen, eiförmig-lancettlichen Nebenblättchen, welche am Rande kurz gewimpert sind, wie die ausserdem auch auf ihrem Rücken locker behaarten Bracteen und Kelchblätter.

Ausser der Beschaffenheit des Holzes, respective seiner Gefässe, hat sich in systematischer Hinsicht für die Gattung Alsodeia auch das Vorkommen von Epidermiszellen des Blattes mit verschleimter innerer Membran als werthvoll erwiesen, welche Zellen bei entsprechender Grösse in Form durchscheinender Punkte hervortreten, wie für die oben als Alsodeia squamosa Boivin bezeichnete Pflanze von Hildebrandt n. 3176 bereits in meinem Beitrage zur africanischen Flora (an der oben citirten Stelle, 1883) und weiterhin in der Arbeit von Blenk über die durchsichtigen Punkte der Blätter (Flora 1884, p. 106, Sep.-Abdr. p. 20) Erwähnung gefunden hat. Solche Zellen, deren Nachweis übrigens mitunter ziemliche Umsicht erfordert, kommen den meisten Arten zu und von den im vorausgehenden registrirten Materialien allen bis auf drei, von denen sich eben darnach noch besonders eine Pflanze als verschieden von jenen erwies, welche damit von Eichler zu einer Art vereiniget worden waren. Es ist das die Pflanze von Kappler — oder Hostmann — n. 243, welche ich oben als mit der Grundlage der A. guianensis Eichl., d. i. mit der Aublet'schen Passoura guianensis vorzugsweise übereinstimmend bezeichnet habe, und welcher gegenüber das, was Eichler noch zu dieser Art gerechnet hat, wohl sicherlich wenigstens theilweise als anderer Art zu betrachten ist, worüber ich mir aber, abgesehen von der oben schon wieder hergestellten A. brevipes Benth. und A. Lindeniana Tul. wegen Unzureichendheit des Materiales weitere Auseinandersetzung versagen muss. Die anderen beiden Arten ohne verschleimte Epidermiszellen sind A. paniculata Mart. und A. sylvatica Seem.

In sehr ungleichem Masse zeigte sich die Verschleimung bei verschiedenen Exemplaren der oben von A. falcata Mart. mss. ed. Eichler abgetrennten A. camptoneura m., sehr schwach nämlich bei dem Blüthenexemplare, Spruce n. 1964, beträchtlich dagegen bei dem Fruchtexemplare, Spruce n. 1069. Es lässt das auf ein Fortschreiten des Verschleimungsprocesses mit der Functionsdauer des Blattes schliessen.

Was die Charakteristik dieser Art betrifft, so ist dieselbe eigentlich schon in ihrem Namen gegeben, in dem darin enthaltenen Hinweise auf den in grossem Bogen erst in seitlicher Richtung, dann nach aufwärts gehenden Verlauf der Seitennerven des Blattes. Dem

mag, was übrigens zum Theile schon aus ihrer bisherigen Verbindung mit A. falcata zu entnehmen ist, hinzugefügt sein, dass sie wie A. falcata selbst zu den Arten mit scheinbar gegenständigen Blättern gehört und traubenförmige Inflorescenzen besitzt, an denen die 3—4 mm langen (unverzweigten) Blüthenstiele über der Mitte mit zwei sterilen Bracteolen besetzt sind. Das Blatt ist derber als bei A. falcata und (im getrockneten Zustande) beiderseits matt graubraun.

Den drei hier der Gattung Alsodeia zugeführten neuen Arten, A. Japurana, camptoneura und petiolaris sei endlich als wenigstens dem Namen nach neue Art unter der Bezeichnung A. assamica auch noch die Pflanze an die Seite gestellt, welche Hooker fil. und Thomson A. racemosa genannt haben (sieh Fl. Brit. Ind. I, p. 187), ohne auf die ältere A. racemosa Mart. & Zucc. zu achten. —

Gelegentlich der eben berichteten Orientirung über verschiedene Alsodeia-Arten wurde ich, wie als Ergänzung zu meinen im Jahre 1889 in diesen Sitzungsberichten mitgetheilten Studien über gewisse Theophrasteen hier beigefügt sein mag, darauf aufmerksam, dass die im Münchener Herbare damals vermisste Clavija sparsifolia Miq. (sieh a. a. O. p. 258, „ad 13") ihren Platz in der Violarieen-Gattung Leonia als L. glycycarpa R. & P. (nach Eichler Fl. bras. XIII, 1, 1871, p. 392) gefunden hat. Es ist diese Art sohin an der erwähnten Stelle zu streichen.

Ausserdem seien zur Vervollständigung derselben Mittheilung über die Theophrasteen noch folgende Punkte erwähnt:

1) In dem Herbarium Delessert habe ich im Herbste 1889 Blatt und Inflorescenzen einer Theophrasta kennen gelernt, deren entfaltete Blüthen ganz der Zeichnung von Plumier für Theophrasta americana entsprechen, welche sich aber von den Blüthen des auf eben diese Art bezogenen Exemplares von Bertero anfänglich durch kürzere und an den Blüthenstielen bis nahe unter die Blüthe hinaufgerückte Bracteen zu unterscheiden schienen. Die wiederholte Untersuchung liess aber auch bei dem Exemplare von Bertero wahrnehmen, dass an den oberen Blüthen die Bracteen ebenfalls recaulescirt sind und hier wie dort leicht für Bracteolen angesehen werden können. Es macht mir das wahrscheinlich, dass die von Decaisne für seine Theophrasta fusca, worauf ich schon a. a. O., p. 243, 244 und 249 das Augenmerk hingelenkt habe, ohne Erwähnung von Bracteen beschriebenen Bracteolen nichts anderes als ebenfalls recaulescirte Bracteen waren, und das bestärkt mich in der a. a. O. schon

ausgesprochenen Vermuthung, dass die Decaisne'sche Pflanze überhaupt kaum etwas von Theophrasta americana Verschiedenes sei.

2) In dem Herbarium De Candolle habe ich nochmal die Theile der a. a. O. p. 248 erwähnten Pflanze des Horticultural-Society-Gartens zu London zu sehen Gelegenheit gehabt, welche ich damals eher auf Theophrasta densiflora Decaisne als auf Theophrasta Jussiaei Lindl. zu beziehen geneigt war, mit Rücksicht darauf, dass an dem Stiele einer betreffenden Blüthe die bei Theophrasta Jussiaei in der Mitte des Blüthenstieles nach Beschreibung und Zeichnung von Lindley (sieh a. a. O. p. 245) vorhandene Bracteole nicht wahrzunehmen war. Es war das aber, wie sich nunmehr ersehen liess, eine Blüthe, deren Stiel nicht vollständig, sondern vielmehr gerade über dem vermissten Hochblatte abgebrochen war, und es ist sohin die betreffende Pflanze wohl zweifellos als zu Theophrasta Jussiaei gehörig zu betrachten und der betreffende Absatz der schon angeführten Seite 248 von dem Worte „und" in der vierten Zeile an zu streichen. Leider liegt mir entsprechendes Material im Augenblicke nicht vor, um die Frage zu beantworten, ob es sich etwa auch hier, wie bei den oberen Blüthen von Theophrasta americana, statt um eine Bracteole, um eine recaulescirte Bractee handle; wahrscheinlich aber ist das in hohem Masse.

3) In dem Herbarium Barbey habe ich die von Grisebach, Cat. Pl. Cub. p. 163 als Theophrasta americana Sw. aufgeführte Pflanze von Wright no. 2916 kennen gelernt, welcher Grisebach die Bemerkung beigefügt hat: „pedunculis unifloris lateralibus, nec racemosis, a descriptione Miq. recedit", und in welcher sich sohin, wie ich a. a. O. p. 244, Anmerkung, ausgesprochen habe, eher eine Deherainia, als eine Theophrasta vermuthen liess. Die Autopsie der Pflanze führt mich nunmehr zu der Annahme, dass dieselbe eine neue Art der Gattung Theophrasta sei, welche ich Th. cubensis nennen will, und die sich, wie es scheint, durch sehr niedere, an den vorliegenden Exemplaren nur 5 cm lange Stämmchen auszeichnet, durch höchstens 1,5 cm lange sehr armblüthige, respective auf die Endblüthe reducirte, an der Basis mit ein paar dornartigen kurzen Blattorganen besetzte (weibliche) Inflorescenzen (die männlichen fehlen) und durch eine lockerere Stellung der die Gefässbündel verdeckenden Sklerenchymfasern unter der Epidermis des Blattes als sonst. Das mit einem 0,5—0,8 mm langen Blattstiele versehene Blatt ist viel weniger derb als bei Theophrasta americana, papierartig dünn, übrigens wie bei jener Art reichlich dornig gezähnt, nur 16—20 cm lang und 4—5 cm breit. Die Kelchblätter

erscheinen wie nervenlos, da den in gleicher Zahl wie bei Theophrasta americana sie durchziehenden Gefässbündeln der Hartbast fehlt, welcher bei Theophrasta americana stark entwickelt ist und die Nerven in Form von 5—7 erhabenen Streifen äusserlich hervortreten lässt. Die Frucht, von der Grösse einer starken Erbse, ist mit einem Anfluge eines kurzen rostbraunen Filzes versehen, der an der reifen Frucht dichter erscheint als an der unreifen und von meist gegliederten Haaren mit zwiebelig erweiterter Basalzelle gebildet wird.

4) In Betreff der an der gleichen Stelle (p. 365—371) betrachteten, von den Theophrasteen zu den Sapotaceen verbrachten Gattung Reptonia (Edgeworthia Griff.) mag hier hinsichtlich der p. 270 erwähnten, für eine Sapotacee etwas befremdlichen Angabe über das Vorhandensein eines ruminirten Sameneiweisses auf die damals mir unbekannt gewesene Darstellung von Griffith hingewiesen sein (sieh Edgeworthia in Griffith Posth. Pap., Notulae IV, 1854, p. 295, Icon. t. 498), nach welcher die Sache wohl in Richtigkeit zu sein scheint.

5) Hinsichtlich der in der gleichen Abhandlung p. 275—277 in Betracht gezogenen Gattungen Goetzea Wydl. und Espadaea Rich. endlich sei hier nachträglich eine Bemerkung von A. De Candolle in dem Bull. Soc. bot. d. France III, 1856, p. 348 in Erwähnung gebracht unter auf Autopsie beruhender Bestätigung der Angabe, dass eine von Wydler selbst auf seine Goetzea elegans bezogene Pflanze des Herbarium De Candolle aus Cuba, nämlich Ramon de la Sagra, no. 528, vielmehr zu Espadaea amoena A. Rich. gehöre. Eben dahin gehört auch die im Herbarium De Candolle befindliche Pflanze der Sammlung von Linden, no. 1801 aus Cuba („environs de Saltadore" m. Maj., 1844, flor.), welche wohl identisch ist mit der von Linden, wie A. De Candolle erwähnt, in den Garten von Gent eingeführten, von Lemaire (in Jardin Fleuriste, IV, Misc., p. 76, 77 cum fig.) unter dem (in Bentham & Hooker Gen. II, p. 1148 als Synonym von Espadaea bereits erwähnten) Namen Armeniastrum (apiculatum) veröffentlichten und von diesen Autoren, wie später von Bentham und Hooker, als Verbenacee angesehenen Pflanze. Auf die auch von A. De Candolle schon vermutheten Irrthümer in der Darstellung von Goetzea bei Wydler brauche ich hier nicht mehr zurückzukommen. —

Ich nehme schliesslich in dieser Einschaltung Gelegenheit, auch zu ein paar früher in diesen Sitzungsberichten gemachten Mittheilungen

— einerseits die Familie der Capparideen (1884, 87), andererseits die Familie der Connaraceen (1886) betreffend — entsprechende Ergänzungen nach seitdem möglich gewordenen weiteren Beobachtungen beizubringen.

Was die Capparideen betrifft, so hat nämlich die schon in meiner ersten (1884) und noch ausdrücklicher in meiner zweiten Mittheilung über gewisse Capparis-Arten (1887) ausgesprochene Vermuthung, dass Capparis longifolia Sw. nicht eine selbständige Art, sondern nur eine Form der Capparis jamaicensis Jacq. sein möchte, ihre volle Bestätigung erhalten durch die von Sintenis auf Porto-Rico gesammelten und von Herrn Direktor Urban mir gütigst zur Einsichtnahme mitgetheilten Exemplare von Capparis jamaicensis, an welchen die unteren Blätter lang und schmal sind, wie die der Capparis longifolia Sw., während die oberen an demselben Exemplare die gewöhnliche Form der Blätter von Capparis jamaicensis besitzen. Darnach ist auch die unter dem Namen Capparis neriifolia von mir erwähnte Pflanze des Münchener Gartens wohl ebenfalls nur als eine der „forma longifolia" nahe stehende Form der Capparis jamaicensis zu betrachten, wie es p. 412 der zweiten Mittheilung (1887) fragweise schon geschehen ist („forma 6. neriifolia").

Was die Connaraceen betrifft, so habe ich als Resultat wiederholt von mir vorgenommener Nachforschungen und Untersuchungen in dem Herbarium De Candolle zunächst mitzutheilen, dass ich das früher, brieflichen Nachrichten gemäss, dortselbst vermisst gewesene Original des Connarus pubescens DC., d. i. Rourea pubescens m. (sieh diese Sitzungsberichte 1886, p. 367, nebst Anmerkung, und p. 371), in dem neben dem Herbarium Prodromi bestehenden, sogenannten zweiten Herbare De Candolle's wieder aufgefunden habe, und dass dasselbe als vollständig meiner Auffassung an der schon erwähnten Stelle (Sitzungsberichte 1886, p. 367 etc.) entsprechend sich erwiesen hat. Dasselbe ist identisch mit den schon damals von mir darauf bezogenen Materialien aus Französisch-Guiana, welche damit zusammen eine mit Rourea frutescens Aubl. nahe verwandte, aber sicher davon verschiedene Art der gleichen Gattung darstellen, die am angeführten Orte (Sitzungsberichte, 1886, p. 367, 371) nämlich unter Beifügung des Synonymes „Connarus pubescens DC." als Rourea pubescens bezeichnete und näher charakterisirte Art.

Ueber Connarus fasciculatus Planch. (Omphalobium fasciculatum DC.), welche Art De Candolle (1825) nach einer blatt- und blüthenlosen Pflanze des Pariser Museums aufgestellt hat, und

welche Baker in der Flor. bras. XIV, 2 (1871) p. 191 fragweise als Synonym zu Connarus erianthus Benth. gebracht hat, sei bemerkt, dass im Herbarium Prodromi nur die isolirte Frucht der Pflanze vorhanden ist, aus deren Untersuchung sich aber doch so viel ergab, dass die Pflanze immerhin als verschieden von Connarus erianthus Benth. anzusehen sein dürfte und dass sie weiter sicher verschieden ist von dem durch mich ihr als neue verwandte Art an die Seite gesetzten Connarus pachyneurus (Sitzungsberichte 1886, p. 362, 365).

Wichtiger ist, dass sich nach dem Inhalte des Herbarium Prodromi eine irrthümliche Anschauung Baker's bezüglich Connarus Patrisii Planch. (Omphalobium Patrisii DC.) herausgestellt hat, welche auch auf meine Zusammenstellung der americanischen Connarus-Arten von Einfluss gewesen ist. All das, was Baker (in der Flor. bras. XIV, 2, 1871, p. 189, 190) auf Connarus Patrisii bezogen und unter diesem Namen abgebildet hat (l. c. tab. 45 fig. 1), ist, natürlich abgesehen von der Originalpflanze von Patris, weit davon verschieden und gehört vielmehr zu Connarus punctatus Planch., welche Art Baker mit Connarus Patrisii vereinigen und in die Synonymie derselben einstellen zu müssen geglaubt hat. Dagegen fällt mit Connarus Patrisii Planch., welche zu den Arten mit ästigen, gegliederten, sympodialen Haaren gehört, die Pflanze von Sagot, n. 238, zusammen, welche Baker unter dem Namen Connarus confertiflorus als eine neue Art betrachtet hat. An die Stelle dieses Namens, welcher nun in die Synonymie von Connarus Patrisii Planch. zurücktritt, ist sohin in meiner Zusammenstellung a. a. O. p. 362 n. 23 die Bezeichnung Connarus Patrisii (non Baker) Planch. zu setzen. Dabei mag zur genaueren Präcisirung den Worten „endocarpium glabrum" hinzugefügt sein: „nec nisi glandulis parcis longe stipitatis, stipite articulato, obsitum." Hieher gehören, ausser dem Originale von Patris im Herbarium Prodromi, Exemplare von Perrottet (Guiana, ao. 1820, ibid.), wie jenes Original im Fruchtzustande befindlich, dann die von mir schon früher (a. a. O. p. 362 unter Connarus confertiflorus Baker) erwähnte, mit Blüthen versehene Pflanze von L. Cl. Richard aus Guiana mit dem Vulgärnamen „Pariki" im Herbarium Franqueville und das ebenfalls schon früher (a. a. O.) erwähnte, nur aus Blatt und Frucht bestehende Exemplar von Ryan und Rohr, ohne Standortsangabe, im Herbarium Hafniense; ferner die oben bezeichnete Grundlage von Connarus confertiflorus Baker aus der Sammlung von Sagot, n. 238 (Guiana), welche ich zwar nicht selbst

gesehen habe, welche aber durch die von Sagot (in Ann. sc. nat., 6. sér., XIII, 1882, p. 296) hervorgehobene viergliederige Blüthe keinen Zweifel lässt über ihre Identität mit der von Richard herrührenden Pflanze, wenn auch Sagot einen anderen (nach seiner Aussage auch sonst noch Bäumen mit harzigem Geruche zukommenden) Eingebornennamen anführt, nämlich „Aiaoua“, welcher an den im Herbarium Richard für Toulicia guianensis Aubl. angeführten Namen „Ayoua“ (sieh über Sapindus etc., 1878, p. 371) erinnert; endlich kommt dazu nach der Angabe von Sagot (a. a. O. p. 295), welcher die angeführten Materialien des Herbarium Prodromi zu sehen Gelegenheit hatte und desshalb Baker in der Vereinigung von Connarus Patrisii Planch. und Connarus punctatus Planch. nicht gefolgt ist, auch noch eine von Melinon am Maroni im Fruchtzustande gesammelte Pflanze. Dass Sagot die Hiehergehörigkeit der Nummer 238 seiner eigenen Sammlung, welche er noch unter dem Namen Connarus confertiflorus Baker aufführt, nicht erkannt hat, erklärt sich aus dem Umstande, dass seine Exemplare, wie er mittheilt, nur mit Blüthen versehen waren, die von Patris, Perottet und Melinon aber Fruchtexemplare sind, an welchen der Kelch abgefallen zu sein pflegt, und das wichtige Merkmal der Viergliederigkeit desselben somit kaum mehr aufzufinden ist. Die als Ersatz dafür erscheinenden anatomischen Merkmale aber waren für ihn wie Andere bisher ja so gut wie nicht vorhanden.

Für das von Baker irrthümlicher Weise auf Connarus Patrisii Planch. (Omphalobium Patrisii DC.) bezogene Material (sammt seiner Abbildung auf Taf. 45 der Fl. bras.) ist nun, die Zusammengehörigkeit desselben vorausgesetzt, die von ihm in die Synonymie verwiesene Bezeichnung Connarus punctatus Planch. nach dem Beispiele von Sagot a. a. O. wieder hervorzuholen, und diese Bezeichnung ist es somit, welche in meiner Zusammenstellung (a. a. O. p. 362) unter n. 15 statt des Namens „Connarus Patrisii Planch.“ einzusetzen ist. Die Grundlage des Connarus punctatus Planch. ist bekanntlich eine Pflanze der Sammlung von Hostmann n. 1146. Ich habe sie leider noch nicht zu Gesicht bekommen. Von den durch Baker als damit übereinstimmend bezeichneten Pflanzen von Martius, Martin, Sagot n. 201, Wullschlaegel n. 1317 und Schomburgk n. 804 habe ich die von Martius, Sagot und Schomburgk gesehen, welche alle ungleich zweiarmige Haare besitzen und Blättchen ohne Hypoderm von papierartig-membranöser Beschaffenheit, was die Unterbringung der Art, zu welcher sie gerechnet werden, an der erwähnten Stelle, unter n. 15 meiner Ueber-

sicht nämlich, als gerechtfertiget erscheinen lässt. In den Venenmaschen finden sich meist erst nach dem Anschneiden deutlich wahrnehmbare Secreträume mit durchscheinend braunrothem Harzinhalte, eine Punktirung des Blattes bedingend. Diese Punktirung hat, wie ich schon früher (a. a. O. p. 346) berichtet habe, auch Sagot für die Blättchen und die Cotyledonen, wie für die Blumenblätter hervorgehoben, während Planchon, den sie offenbar zur Wahl des betreffenden Art-Epithetons veranlasst hat, dieselben nur für die Blumenblätter erwähnt hat. Bei Connarus Patrisii Planch. (Omphalobium Patrisii DC., Connarus confertiflorus Baker) findet sich dieselbe (in den Blüthenexemplaren von L. Cl. Richard) nur in den Blättchen, wie ich ebenfalls schon früher (a. a. O. p. 345) angeführt habe. Die Früchte, welche mir von den Pflanzen von Martius und Sagot vorlagen, haben ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit denen von Connarus Patrisii Planch., und diese Aehnlichkeit ist wohl für Baker, der wahrscheinlich nur die Abbildung De Candolle's in den Mém. Soc. d'Hist. nat. Paris II, 1825, tab. 16 (rectius 20) hat in Vergleich ziehen können, die Veranlassung zu seiner Missnahme geworden; das Innere der Frucht aber ist deutlich verschieden durch eine ziemlich dichte Besetzung des Endocarpes mit sehr ungleich zweiarmigen, krausen Haaren, welche schon in dem Fruchtknoten sich finden, und durch das Fehlen der bei Connarus Patrisii Planch. vorhandenen gestielten Drüsen (resp. gegliederten Drüsenhaare). Derartige Verschiedenheit des Endocarpes ist, wie ich schon früher hervorgehoben habe (a. a. O. p. 358 und p. 362) für die Unterscheidung der Arten von wesentlichem Belange und um so mehr das, wenn sie, was aber nicht immer der Fall ist, schon zur Blüthezeit angedeutet ist. Ich werde desshalb meine Wahrnehmungen hierüber weiter unten zusammenstellen.

Eine Stellungsveränderung scheint der nur fragweise unter n. 14 eingefügte Connarus grandifolius Planch. erleiden zu müssen, wenigstens wenn die unter diesem Namen in der von Toepfer herausgegebenen Sammlung von Eggers enthaltene Pflanze n. 717 wirklich hieher gehört. Diese mir jetzt erst bekannt gewordene Pflanze besitzt nämlich ästige, gegliederte, sympodiale Haare und punktirte Blättchen ohne Hypoderm. Sie würde sohin wohl vor n. 23 meiner Uebersicht, d. i. Connarus Patrisii Planch. (C. confertiflorus Baker) einzureihen sein. Das in der (männlichen?) Blüthe noch nicht ganz geschlossene Fruchtblatt ist auf der Innenseite frei von Haargebilden, an den Rändern mit gegliederten

Drüsenhaaren besetzt. Ebensolche bedecken hier die Staubgefässe und die Blumenblätter.

Eine weitere Stellungsänderung wird der ebenfalls nur fragweise unter n. 20 aufgeführte Connarus haemorrhoeus Karsten zu erfahren haben, wenn die in jüngster Zeit erst mir zu Gesicht gekommene, fragweise von Hemsley auf diese Art bezogene Pflanze von Sutton Hayes n. 651 aus Panama wirklich zu derselben gehört. Bei dieser sind die einen dichten rostbraunen Filzüberzug der Inflorescenzzweige, wie der Aussen- und Innenfläche der (jungen) Frucht bildenden Haare von eigenthümlicher Gestalt, nicht sehr lang, dagegen weit und ungleichseitig, mit schiefer Insertion und dadurch noch einen Anklang an die ungleich zweiarmigen Haare anderer Arten zeigend. Die Blättchen sind punktirt (die Punkte aber erst nach dem Anschneiden sichtbar werdend, so dass sie Karsten, der die Blätter seiner Pflanze als „nicht punktirt" bezeichnet, leicht entgangen sein können), kahl und glatt, ohne Hypoderm, die Frucht mit einem Stiele versehen. All das würde die Pflanze in die Nähe von C. panamensis Griseb. und C. Turczaninowii Triana verweisen.

Ueber Connarus Perrottetii Planch. (Omphalobium Perrottetii DC.) bemerke ich nach dem Orginale des Herbarium Prodromi, dass das Endocarp (wie die Aussenseite der Frucht) reichlich mit ästigen Haaren besetzt ist, welche zwar längere Aeste, im übrigen aber denselben sympodialen Aufbau besitzen wie die Haare der Inflorescenzzweige und der Blätter; Drüsenhaare fehlen. Mit dem Originale stimmt völlig die im Blüthenzustande befindliche Pflanze der Sammlung von Hostmann n. 1052 überein, die schon von Baker hieher gebrachte Grundlage des Connarus floribundus Planch., mit spärlich punktirten Blumen- und Kelchblättern, von Drüsenhaaren besetzten Staubgefässen und auch innen behaartem Fruchtknoten, dessen Wandung hier (wie z. B. auch bei C. erianthus, C. Patrisii, C. incomptus), abweichend von anderen Arten (z. B. C. Blanchetii, C. punctatus, C. cymosus, C. suberosus), frei ist von harzführenden Secreträumen, aber zahlreiche Nester von krystallführenden Zellen birgt (welche übrigens auch neben Secreträumen bei C. cymosus und suberosus und besonders bei der fragweise auf C. grandifolius bezogenen Pflanze von Eggers sich finden). Die früher von mir (a. a. O. p. 359) unter dieser Art erwähnte Pflanze von Martius mit schmäleren und länger zugespitzten Blättchen, scheint als eine var. angustifolia, wie schon früher geschehen, mit allem Grunde angesehen werden zu können. Gewisse Unterschiede in den Blüthen scheinen sich daraus erklären zu lassen, dass

dieselben hier männlich sind: so die Kahlheit des Fruchtknotens im Inneren und der schon früher (a. a. O. p. 345) erwähnte Mangel einer Punktirung der Blüthentheile. Die Staubgefässe sind wie bei Hostmann n. 1052 mit Drüsenhaaren besetzt. Die Fruchtknotenwandung weist, wie dort, keine harzführenden Secreträume, wohl aber Nester von Krystallzellen auf.

Bezüglich Connarus incomptus Planch. sei nur hervorgehoben, dass für die Stellung, welche ich dieser Art, ohne auf eigene Untersuchung mich stützen zu können, gegeben habe, nach dem Verhalten der jetzt mir bekannt gewordenen, die Grundlage derselben bildenden Pflanze von Schomburgk, n. 827, welche übrigens nur Blüthen besitzt, eine Aenderung sich nicht ergibt, und in allen wesentlichen Stücken eine grosse Uebereinstimmung mit C. Perrottetii zu erkennen ist: so in dem sympodialen Aufbaue der Haare, der Punktirung der Blättchen, spärlicher Punktirung der Blüthentheile, Besetzung der Staubgefässe mit Drüsenhaaren, welchen auch ästige beigesellt sind, (spärlicher) Behaarung der Fruchtknotenhöhlung, endlich in dem Fehlen von Secreträumen und Auftreten von (spärlichen) Krystallzellgruppen in der Fruchtknotenwandung.

Als inzwischen neu aufgestellte Art ist namhaft zu machen Connarus Pottsii Watson (Proceed. Am. Acad. XXI, 1886, p. 463). Sie scheint in die Nähe von Connarus panamensis Griseb., vielleicht unmittelbar hinter Connarus ruber Planch. ihren Platz finden zu können. Watson gibt dafür an: „Foliola 3, thin coriaceous, glabrous, short-acuminate; affin. C. Turczaninowii Triana“ (wie es statt „Hemsley“ hier und bei Hemsley in der Biol. Centr.-Am. heissen sollte). Die weitere Bemerkung: „Said to be used as a poison for dogs“ erinnert an Canicidia rostrata Vell. IV t. 139, d. i. Connarus cymosus Planch. nach Baker (welche Deutung jedenfalls den Vorzug verdient vor der Beziehung auf eine Rourea in Benth. Hook. Gen. und Baillon, Hist.), wie an Bernardinia fluminensis Planch. mit dem von Baker in der Flor. bras. angeführten Vulgär-Namen „Mata Cachorro“ (d. i. Hundstod).

Nachzutragen ist Connarus reticulatus Griseb. (Cat. Pl. Cub., 1866, p. 84), welcher nach der Bemerkung von Grisebach „affinis videtur C. favoso Planch.“ neben diesem in meiner Uebersicht Platz finden mag.

Eine auch in der Flor. bras. unbeachtet gebliebene Pflanze ist Omphalobium comans Casar. (Decad., X, 1845, p. 84), welche übrigens gemäss der von Casaretto angegebenen Fünfzahl der Pistille nicht zu Connarus gehören kann. Alles in allem genom-

men scheint sie noch am ehesten auf Bernardinia fluminensis Planch. bezogen werden zu können, obwohl die Blättchen bei dieser nicht gerade, wie Casaretto für seine Pflanze angibt, „lang acuminirt“ sind, wenigstens nicht in der Darstellung von Baker.

Wegen der gleichen Fünfzahl der Karpelle scheint auch, wie nebenbei bemerkt sein mag, die von Baker auf t. 45 Figur 2 unter der Bezeichnung Connarus suberosus Planch. dargestellte Blüthe nicht recht gezeichnet oder nicht recht bezeichnet zu sein. Ich wiederhole den Angaben der Autoren gegenüber, was ich schon früher (a. a. O. p. 355, 357) hervorgehoben habe, dass ich bei allen echten Connarus-Arten — und so auch bei C. suberosus (coll. Regnell III, n. 396) — stets nur ein Pistill gefunden habe, und so stellt es auch Baker im übrigen für die echten Connarus-Arten, also abgesehen von seinem Connarus fecundus, d. i. Pseudoconnarus fecundus m., dar. Auch De Candolle schreibt den echten Connarus- oder, wie er sie nennt, Omphalobium-Arten, die er den später zu Agelaea verbrachten Arten gegenüber in eine besondere Section zusammenfasst, nur ein Pistill zu (sieh Mem. Soc. d'Hist. nat. Paris, II, 1825, p. 388 und Prodr. II, 1825, p. 85). Und wenn der sonst so genaue Planchon, welchem Pseudoconnarus fecundus unbekannt war, für Connarus angibt: „Ovarium fertile unicum (quatuor abortiva vix conspicua)“, so scheint mir das, wenn ich so sagen darf, aus einer Uebergenauigkeit desselben erklärt werden zu müssen. Es scheint mir nämlich sehr wahrscheinlich, dass diese „kaum sichtbaren Ovarien“ nichts anderes sind, als die nach Hinwegnahme des einzigen Pistilles häufig als kleine, braune Erhabenheiten sichtbar werdenden Harzdrüsen des Blüthenbodens, wie sie z. B. bei Connarus punctatus in auffälliger Grösse (wie auch in der Wandung des Fruchtknotens) sich finden. Uebrigens habe ich meine Untersuchungen nicht auf alle Arten von Connarus ausdehnen können und Ausnahmen sind ja wohl denkbar, wahrscheinlich aber sind sie mir nicht.

Es bleiben mir bezüglich Connarus noch einige Worte über die Behaarung oder Kahlheit des Endocarpes zu sagen übrig. Dieses Verhältniss scheint, wie ich schon früher hervorhob (a. a. O. p. 358), von erheblichem Belange für die Unterscheidung der Arten, wurde aber bisher fast von allen Autoren vernachlässiget. Nur einmal erwähnt Planchon dasselbe, bei Connarus favosus Planch. („folliculo .... intus pilosulo“), und Baker nur in zwei Fällen: für Connarus erianthus Benth. („folliculi .... intus more Cnestidis pubescentes“) und für C. suberosus Planch. („folliculi .... intus

glabri"). Es ist dieses Verhältniss um so wichtiger, als sich hier dieselbe Verschiedenheit der Haare findet wie sonst an der Pflanze, das eine Mal nämlich mehr oder minder ungleich zweiarmige oder wenigstens mit seitlich an der Basis befindlicher Ansatzstelle versehene Haare, das andere Mal verästelte Haare und unter diesen wieder solche mit sympodialem Aufbaue, endlich bei dem im allgemeinen als kahl erscheinenden Endocarpe vereinzelte, längere oder kürzere Drüsenhaare mit gegliedertem Stiele, und zwar letztere sowohl in der Abtheilung der Arten mit im allgemeinen zweiarmigen Haaren als in jener mit ästigen Haaren. Ein vollständiges Fehlen von Haargebilden habe ich bisher in keiner Frucht beobachtet. Zugleich sind in manchen Fällen schon im Fruchtknoten diese Haargebilde nachzuweisen, namentlich in den weiblichen Blüthen, wie es scheint, während sie in den männlichen Blüthen vermisst werden. Ich will als einen Anfang zur Erfassung dieses Verhältnisses im Folgenden meine Wahrnehmungen hierüber, die sich aber im allgemeinen nur auf die mit mehr oder weniger weit ausgebildeten Früchten mir vorliegenden Arten erstrecken, übersichtlich zusammenstellen.

Ungleich-zweiarmige oder einarmige, resp. nur etwas schief ansitzende und mehr oder weniger ungleichseitige Haare fand ich auf dem Endocarpe bei der Originalpflanze von Connarus guianensis Lamb. im Herbarium Prodromi, bei C. panamensis Griseb. (von Grisebach selbst bestimmte Pflanze von Moritz Wagner), bei einer im Münchener Herbare als C. marginatus Planch. bezeichneten Pflanze von Riedel, n. 22, (sehr spärlich) bei einer ebendort als C. Beyrichii Planch. bestimmten Pflanze von Regnell, III, n. 395, bei den schon oben erwähnten Fruchtexemplaren des C. punctatus Planch. von Martius und von Sagot n. 201, und hier auch reichlich im Fruchtknoten (der weiblichen Blüthe), bei C. cymosus Planch., Pflanze von Martius, und hier spärlich auch im Fruchtknoten der weiblichen Blüthe, gar nicht aber in den anscheinend männlichen Blüthen, endlich bei der als fraglicher C. haemorrhoeus Karsten im Vorausgehenden erwähnten Pflanze von Hayes n. 651 als sehr dichten Besatz, von dem übrigens der Fruchtknoten (männlicher? Blüthen) keine Spur erkennen liess.

Aestige Wollhaare zeigte das Endocarp von Connarus pachyneurus m. und C. erianthus Benth. (von Baker bestimmte Pflanze von Martius), wie schon früher angegeben (a. a. O. p. 365), nicht aber auch das Innere des Fruchtknotens bei der letzteren Pflanze (Exemplar von Spruce n. 794); bei C. fasciculatus Planch. waren nur mehr zweifelhafte Reste früherer Haargebilde aufzufinden.

Aestige sympodiale Haare finden sich reichlich auf dem Endocarpe von Connarus Perrottetii (Original des Herbarium Prodromi) und nicht minder im Inneren des Fruchtknotens weiblicher Blüthen (Pflanze von Hostmann n. 1052), hier die Samenknospen umhüllend und anscheinend abgelöst von der Fruchtwand; nicht aber im Fruchtknoten der von Martius gesammelten var. angustifolia m. mit männlichen Blüthen.

Ein im allgemeinen kahles oder nur mit zerstreuten Drüsenhaaren besetztes Endocarp beobachtete ich bei Connarus Blanchetii Planch., Martius Hb. Fl. bras. n. 1266, dessen kaum zur Hälfte ausgereifte Früchte auch nach innen vorspringende, harzerfüllte Secreträume schon unter der Loupe erkennen liessen; bei C. suberosus Planch., Regnell III n. 396, im eben sich vergrössernden Fruchtknoten; bei C. fulvus Planch., von Baker bestimmte Pflanze von Martius, deren Fruchtknoten aber Drüsenhaare noch nicht wahrnehmen liess; bei C. Patrisii Planch. (non Baker), Originalpflanze des Herbarium Prodromi von Patris, ebendort befindliche Pflanze von Perrottet und Pflanze von Ryan und Rohr.

Angeschlossen darf hier vielleicht auch C. grandifolius Planch.?, Eggers n. 717 werden, mit zwar nicht im Inneren des Fruchtknotens, wohl aber an den zur Naht sich zusammenschliessenden Rändern desselben beobachteten Drüsenhaaren, welche ein späteres Auftreten derselben auch im Inneren der Frucht als wahrscheinlich erscheinen lassen.

Was als Ergänzung meiner Mittheilungen über die Gattung Rourea, abgesehen von dem oben (p. 190) über R. pubescens m. schon Gesagten beizufügen ist, so habe ich nunmehr die Originalien von Rourea revoluta Planch. (Schomburgk n. 126) und R. surinamensis Miq. (Kappler n. 1969) kennen gelernt und ersehe daraus, dass die nicht auf Autopsie gestützte Auffassung der ersteren Art bei Sagot eine irrige ist und dass die nahe Beziehung, welche er zwischen diesen beiden Arten hervorhob und in deren Betonung ich ihm, veranlasst durch die gleich weiter zu besprechenden Materialien, folgte, nicht vorhanden ist. Es scheint das, was Sagot unter Rourea revoluta Planch. verstanden hat, vielmehr die Rourea frutescens Aubl. zu sein und das, was er unter diesem letzteren Namen anführt, mit meiner Rourea pubescens zusammenzufallen. Doch das mag auf sich beruhen. Denn aus den Angaben der Autoren herausfinden zu wollen, welche von diesen beiden Pflanzen sie, oder ob sie beide unter Rourea frutescens Aubl. verstanden haben, oder von beiden Verschiedenes, das wäre ein unfruchtbares Beginnen.

Auch will ich auf Rourea frutescens Aubl. und R. pubescens m. nicht mehr zurückkommen, nachdem ich schon oben (p. 190) angeführt, dass meine der letzteren Art zu Grunde liegende Auffassung des De Candolle'schen „Connarus pubescens" bei der Wiederauffindung der betreffenden Originalpflanze sich als vollkommen gerechtfertiget erwiesen hat. Hier gilt es nur hervorzuheben, dass es Rourea surinamensis Miq. ist, und nicht die in meiner Uebersicht unter n. 9 damit fragweise zusammengestellte Rourea revoluta Planch., zu welcher die von mir unter dem letzteren Namen p. 368 aufgeführten und untersuchten Materialien gehören, während mir die echte Rourea revoluta Planch. überhaupt nicht vorgelegen hatte. Es ist somit dieser Name überall, wo diese Materialien gemeint sind (p. 368, 372 und 377) durch Rourea surinamensis Miq. zu ersetzen. Rourea revoluta Planch. aber erweist sich nach nunmehriger Untersuchung der betreffenden Originalpflanze (Schomburgk n. 126) als zu den Arten mit einschichtiger oder doch nahezu einschichtiger Epidermis der Blattoberseite gehörig und ist somit unter gleichzeitiger Berücksichtigung des kahlen, nur am Rande behaarten Kelches in die Nähe von Rourea discolor Baker, vielleicht nach dem Vorgange von Baker unmittelbar vor dieser in meiner Uebersicht p. 377 a. a. O. einzuschalten, mit dem Beisatze: „Foliola 5—7, subtus pruinosa et dense griseo-pubescentia pilis simplicibus brevibus mollibus patentibus, nec pilis rufescentibus adpresse puberula ut in Rourea pubescenti m., i. e. Connaro pubescenti DC., a Baker in Flor. bras. perperam — cum „?" — ad Rouream revolutam Planch. citato. Leider kann ich über das Verhältniss der Pflanze zu Rourea discolor weiteres, als aus den Angaben von Baker ersichtlich ist, nicht beibringen, da mir die letztere Pflanze nicht zur Vergleichung zu Gebote steht. Aber zur Unterscheidung von Rourea pubescens m., mit welcher Rourea revoluta Planch. (wie auch Rourea discolor nach Baker's Angabe) das unterseits wie bereift aussehende Blatt theilt, will ich noch hervorheben, dass ausser durch einen Wachsüberzug dieses Aussehen bei Rourea revoluta auch durch eine schwach aber deutlich papillöse Entwicklung der Epidermiszellen bedingt und verstärkt wird, welche ich bei Rourea pubescens nicht wahrgenommen habe. Durch diese beträchtliche sogenannte Bereifung und durch die fast filzige Behaarung des Blattes sieht man sich unwillkürlich an die von Aublet für seine Rourea frutescens gebrauchten Worte „Foliola ..... inferne tomentosa, albicantia" erinnert, und wenn ich früher schon (a. a. O. p. 369) bei Aublet eine Vermengung der von mir als Rourea frutescens

Aubl., Rourea pubescens m. und Rourea spadicea m. unterschiedenen Arten angenommen habe, so scheint mir jetzt auch ein Hereinspielen von Rourea revoluta in diese Vermengung nicht ausgeschlossen zu sein. Die eine Pflanze mag dann mehr in den Worten, die andere mehr in der Zeichnung von Aublet berücksichtiget worden sein, welche letztere mir für die Interpretirung desselben als das ausschlaggebende Document erscheint. Vielleicht sind weitere Documente hierfür im Britischen Museum zu finden unter den dort aufbewahrten Pflanzen Aublet's.

Ueber die noch mehr als Rourea revoluta Planch. durch einen zurückgerollten Blattrand ausgezeichnete Rourea surinamensis Miq., die meines Wissens bisher nur durch das, was Sagot über sie mitgetheilt hat, einigermassen definirt ist, habe ich dem von meiner Seite früher Beigebrachten nichts Wesentliches hinzuzufügen.

Noch nicht publicirt ist meines Wissens eine in der Sammlung von Schomburgk unter n. 679 enthaltene Art, welche ich Rourea subtriplinervis nennen will, und welche sich zunächst an R. induta Planch. anzuschliessen scheint. Sie ist ausgezeichnet durch das Vorkommen von Sklerenchymfasern im Mesophylle, durch eine stark papillöse Epidermis an der Blattunterseite und eine Einmengung von kurzen, dicken, gegliederten Drüsenhaaren in das Indument von Blatt und Kelch, mit wenigzelligen, von einem dicken Cuticular- und Wachsüberzuge bedeckten Köpfchen. Die Blätter sind gedreit; die Blüthen klein. Daraus ergibt sich in Verbindung mit den durch Namen und Stellung der Pflanze schon angedeuteten Verhältnissen folgende Charakteristik:

Rourea subtriplinervis m.: Folia trifoliolata; foliola lateralia ovata, terminalia ovalia, obtusa vel breviter acuminata, 4—5 cm longa, 2,2—2,8 cm lata, subtriplinervia retique venarum supra prominulo notata, supra subtusque pilis quasi 1-brachiatis glandulisque adspersa, nec non subtus rufescenti-papillosa indeque opaca, epidermide (superiore) simplici mucigera; flores 1,5 mm vix superantes, pedicellis aequilongis tomentellis stipitati; sepala tomentella glandulisque obsita; petala glabra. — Guiana anglica: Schomburgk n. 679! —

Was die anatomische Charakteristik der Sapindaceen betrifft, so mag das zur Erläuterung und Ergänzung des oben, p. 173, Gesagten Dienliche, einerseits auf die Familie, andererseits auf besondere Gattungsgruppen und

deren Glieder sich beziehend, erst nach der den Abschnitt VII bildenden Betrachtung dieser Gruppen in einem besonderen Abschnitte VIII seinen Platz finden, um Wiederholungen zu vermeiden.

Irrthümliche oder doch unklare Angaben, welche leicht zu irrthümlichen Auffassungen führen können, finden sich, was die wesentlichen Charaktere der Sapindaceen betrifft, namentlich hinsichtlich des Discus, der z. B. bei Alectryon nach der Angabe in Bentham & Hooker Genera: „Stamina 5—8 centrica, sinubus profundis disci externe inserta“, wovon schon eben unter Aitonia (p. 153) die Rede war, den letzteren Worten gemäss (entgegen dem schon p. 174 angeführten Sachverhalte) als ein discus intrastaminalis erscheinen müsste. Darnach konnte dann allerdings, indem hierin eine Uebereinstimmung mit den oben ausgeschlossenen Gattungen Ptaeroxylon, Alvaradoa und Aitonia, mit wirklich intrastaminalem Discus (bezüglich dessen es für Ptaeroxylon bei Baillon irrthümlich heisst: filamentis disco 4-crenato interioribus) gesehen wurde, aus diesen Gattungen in Verbindung mit Dodonaea eine Tribus der Dodonaeae gebildet werden, für welche von Hooker in den Genera sowohl als in dessen Aufsatz über Melianthus Trimenianus etc., Journ. Bot. XI, 1873, p. 355 als Charakteristikum hervorgehoben wurde, dass die Staubgefässe ausserhalb des Discus oder in Buchten seines Randes inserirt seien. Aber es sind das nicht wirklich Buchten des Randes, weder des äusseren noch des inneren Randes, sondern Vertiefungen der Oberfläche hart an dem inneren Rande, in deren Tiefe die Staubgefässe so inserirt sind, dass man sie als an der äusseren Seite der die Vertiefungen nach innen abschliessenden Discustheile befestiget bezeichnen kann. Dass diese Theile nur aus einer polsterförmigen Anschwellung des Discus hervorgehen, ist schon oben, p. 174, berührt worden. Im Uebrigen erscheint

der Discus hier ebenfalls als extrastaminaler, wie bei allen Nephelieen, zu welchen Alectryon der natürlichen Verwandtschaft nach zu rechnen ist trotz des spiraligen Embryo, welcher seit De Candolle dazu veranlasst hat, die Gattung den Dodonaeeen einzuverleiben.

Auch die Ausdrucksweise von Baillon unter Alectryon „Stamina 5—8, filamentis inter lobos disci crassi insertis eoque basi circumcinctis" lässt die extrastaminale Beschaffenheit des Discus nicht deutlich erkennen und deutet durch nichts an, dass die hier „Lappen" genannten Theile nicht seitliche Vorsprünge sind, sondern die Anschwellungen des Discus zwischen den mit ihrer Basis in ihn, hart an seinem inneren Rande, eingesenkten Staubgefässen.

Irrig sind ferner nicht selten auch die Angaben über die Zahl der Staubgefässe. So bei Baillon für Paullinia die Angabe: „Stamina 8, v. rarius 9—15". Die letztere Ziffer ist wohl nur aus der Herübernahme von Enourea mit der unrichtigen Zahl 13 bei Aublet entstanden.

Weiter ist zu den oben (p. 173) angegebenen Charakteren der Familie zu bemerken, dass die Campylotropie der Samenknospen und die daraus hervorgehende Campylospermie, die übrigens allerdings, wie die damit zusammenhängende Krümmung des Embryo, mehr oder minder verdeckt oder verwischt erscheinen kann, bisher nicht genügend beachtet worden ist. Und doch ist dieselbe ihres allgemeinen Vorkommens halber von solchem Belange, dass sich dreist aussprechen lässt: Pflanzen, welche rein anatrope Samenknospen besitzen, wie die Staphyleaceen und Melianthaceen, können schon um desswillen keine Sapindaceen sein.

Die hier auftretenden eigenthümlichen Verhältnisse verdienen eine etwas nähere Betrachtung, wobei ich, um die Angaben möglichst übersichtlich gestalten zu können, nur auf die Gattungen mit einzeln in den Fruchtfächern

stehenden, aufrechten, apotropen Samenknospen Rücksicht nehmen will.

Die Krümmung der Samenknospe betrifft nämlich eigenthümlicher Weise bei den Sapindaceen nicht selten hauptsächlich nur das sehr verjüngte schnabelförmige Micropyle-Ende (die organische Spitze der Samenknospe), welches durch die Krümmung dem übrigen Körper der Samenknospe dicht angeschmiegt erscheint. Dasselbe kann nun mit der seine Spitze einnehmenden Micropyle in Hinsicht auf den Anheftungspunkt der Samenknospe eine sehr verschiedene Lage besitzen, und das, sowie die stärkere oder schwächere Ausbildung des ganzen Schnabeltheiles bedingt durch die daraus für die Entwicklung des Embryo sich ergebenden verschiedenen Raumverhältnisse wesentlich mit die verschiedene Gestaltung des Embryo, der mit seinem Würzelchen stets diese schnabelförmige, bei stärkerer Entwicklung im reifen Samen wie eine Tasche oder Falte der Testa erscheinende Spitze ausfüllt.

Diese Spitze kann — an der Samenknospe, wie im reifen Samen — dicht neben dem Anheftungspunkte (Nabel) liegen oder von demselben an der äusseren Seite (der Rückenseite) des Samens (und des ihn bergenden Fruchtfaches) verschieden weit und bis zu einem diametral dem Nabel gegenüberliegenden Punkte, dem Scheitelpunkte (also der mathematischen Spitze) des Samens, ja selbst noch über den Scheitelpunkt hinaus bis auf die innere Seite (die Bauchseite) des Samens abgerückt sein.

Ist sie im erstgedachten Falle sehr kurz, so kann der Embryo nahezu gerade erscheinen, mit punktförmigem, an der Basis des Samens gelegenem Würzelchen, wie bei Erioglossum und Aphania (sieh über Sapindus etc. 1878, p. 240), bei Melicocca und Talisia, bei Euphoria und Litchi (sieh die Zeichnungen in Baillon Hist. d. Pl. V, p. 350), als Embryo subrectus orthotropus also.

Ist sie im zweiten Falle sehr kurz, so kann der wiederum fast gerade Embryo, dessen Krümmung bei starker Verkürzung des Würzelchens sich wesentlich nur in einer ungleichen Ausbildung seiner Cotyledonen mit von oben und aussen nach unten und innen tangential schief gelegener Berührungsfläche bemerkbar machen mag, mit dem Würzelchen gegen den Scheitelpunkt (die mathematische Spitze) des Samens, statt gegen dessen Basis (oder, was dasselbe ist, gegen dessen Anheftungspunkt) gerichtet sein — als Embryo subrectus antitropus —, was dann am deutlichsten hervortritt, wenn der Same nach der seinen Anheftungspunkt mit seinem Schnabeltheil verbindenden Geraden am stärksten gestreckt ist. Das ist z. B. in ganz hervorragender Weise der Fall bei der Gattung Nephelium, deren von den Autoren beliebte Vereinigung mit Euphoria und Litchi dadurch allein schon (und abgesehen von den noch weiter, besonders in der Arillusbildung, bestehenden Verschiedenheiten) ausgeschlossen ist. Ein solcher Same kann leicht als aus einer geraden (orthotropen) Samenknospe hervorgegangen angesehen werden. So scheint es auch von Griffith angesehen worden zu sein, welcher übrigens immerhin zuerst, aber ohne dass das von den Autoren beachtet worden wäre, die apicale Lage der Micropyle und des Würzelchens richtig dargestellt hat bei einer betreffenden, von ihm übrigens nur als „Sapindacea“ bezeichneten und erst von Kurz als Nephelium Griffithianum benannten Pflanze (sieh Griffith Posth. pap., Notulae ad pl. Asiat. IV, 1854, p. 550, tab. DXCIX, fig. 1), während noch der sonst so genaue Blume (Rhumphia III, 1847, p. 102, 104) der Gattung Nephelium eine anatrope Samenknospe mit basilärer Micropyle und ein nach unten gekehrtes Würzelchen zuschrieb.

Auch bei etwas längerem Schnabeltheile, dem entsprechend längerem Würzelchen und deutlicher Krümmung des Embryo kann ein ähnlicher Gegensatz in der Lage der

Theile hervortreten; wie das bei manchen Arten von Nephelium gegenüber den Arten von Xerospermum der Fall ist: bei den letzteren liegt nämlich, wie bei den meisten der in Betracht stehenden Gattungen, in Folge dorsal-basilärer Lage und absteigender Richtung des Micropyleendes das Würzelchen des deutlich gekrümmten Embryo an der dorsalen Seite des Samens, mit der Spitze nach unten gekehrt; bei Nephelium rubescens und anderen Arten dagegen findet sich bei gleich starker Krümmung des Embryo in Folge ventral-apicaler Lage und aufsteigender Richtung des Micropyleendes das Würzelchen an der ventralen Seite des Samens und ist mit der Spitze nach dessen Scheitelpunkt gekehrt.

Was die Apotropie der Samenknospe betrifft, auf welche in dem Systeme von Bentham und Hooker durchgehends, wie auf die Lage der Samenknospe, ein sehr grosses Gewicht und, wie mir scheint, sicherlich ein zu grosses Gewicht gelegt wird, und welche für die ganze Gruppe der Sapindales durch die Worte „ovula adscendentia rhaphe ventrali, vel reversa“ (Gen. I, p. XII) als ein Hauptcharakteristicum derselben hervorgehoben wird, so kommt dieselbe den Sapindaceen keineswegs ausschliesslich zu und musste desshalb bei der Umschreibung der Sapindaceen ausser Betracht gelassen werden. Wohl aber kommt sie bei der Gliederung der Familie, und zwar hier in erster Linie in Betracht, wie im Folgenden sogleich sich darstellen wird. Dass dem Verhältnisse der Apotropie und Epitropie der Samenknospe für die Umgrenzung der Familien kein allzu grosses Gewicht beigelegt werden darf, darauf habe ich schon im Vorausgehenden bei Besprechung der Gattung Alvaradoa (p. 142) unter Hinweisung auf Agardh selbst, von welchem diese Unterscheidung ausgegangen ist, hingewiesen. Beide Verhältnisse finden sich nicht selten nicht bloss innerhalb derselben Familie, sondern auch bei

ein und derselben Pflanze, und für beides liefern gerade auch die Sapindaceen entsprechende Beispiele.

IV. Gliederung der Familie.

Ich gehe nun zu dem Versuche einer naturgemässen Gliederung der Sapindaceen über.

Für eine solche Gliederung erweist sich, wie im Vorausgehenden eben erwähnt, als das wichtigste Moment das Verhalten der Samenknospen.

Bei den typischen, um die Gattung Sapindus in engerem und weiterem Kreise sich schaarenden Sapindaceen-Gattungen nämlich, welche man in eine erste oder Hauptreihe zusammenfassen und als nomosperme oder als Eu-Sapindaceen bezeichnen kann, ist die Samenknospe stets eine apotrope und zugleich aufrecht, oder doch aufsteigend, und vereinzelt in jedem Fruchtknotenfache.

Bei einer zweiten oder Nebenreihe, deren einzelne Unterabtheilungen, wie gleich hier bemerkt sein mag, jeweilig nahe Beziehungen zu den Unterabtheilungen der ersten Reihe verrathen, so dass sie vielleicht eher als aus diesen abgezweigt anzusehen sind, denn als Glieder eines zweiten Hauptstammes, ist die Samenknospe entweder epitrop und hängend, oder es finden sich in jedem Fruchtknotenfache 2 oder mehrere und dann meist theils apotrope, theils epitrope Samenknospen, welche Fälle alle unter der Bezeichnung anomosperme oder Dys-Sapindaceen zusammengefasst sein mögen. Gewöhnlich ist dann bei Anwesenheit von zwei Samenknospen (aus schief neben einander liegenden Anheftungspunkten) die apotrope aufsteigend, die epitrope hängend, beide schief zur Axe stehend, oder in deren Richtung; seltener daneben (im gleichen Fruchtknoten) auch die aufsteigende epitrop, oder beide

apotrop und aufsteigend (Kölreuteria, Stocksia). Zwei epitrope hängende Samenknospen finden sich (neben einander gestellt) bei Exothea, Hippobromus, Doratoxylon; zwei apotrope aufsteigende bei Ungnadia und da und dort einmal, wie schon erwähnt, in einem einzelnen Fache (z. B. bei Kölreuteria und Stocksia). Bei Anwesenheit von mehr als 2 Samenknospen in einem Fache (Magonia, Xanthoceras) ist die Krümmungsrichtung eine mehr nach aussen als nach unten oder oben gekehrte und die Lage eine annähernd horizontale (Magonia). Nur 1 Samenknospe findet sich verhältnissmässig selten (Harpullia Sect. Thanatophorus, Sect. Otonychidium — s. holl.-ind. Sap., 1877—78, p. 52, 53 —, Filicium).

Für die weitere Gliederung findet sich ein ähnlicher durchgreifender Unterschied, wie in der Zahl und Art der Samenknospen nicht wieder, wenn nicht in der Beschaffenheit des Blattes und zwar einerseits des Keimblattes, andererseits des Laubblattes, wobei aber schon einige Ausnahmen für das eine oder das andere mit in den Kauf genommen werden müssen. Diese Unterschiede bieten sich auch nicht so zu sagen von vorn herein dar, sondern erst, wenn man den mühevolleren Weg des Zusammensuchens zunächst verwandtschaftliche Beziehungen nach ihrer Gesammtorganisation unter einander verrathender Gattungen zu kleineren Gruppen zurückgelegt hat, gibt sich zu erkennen, dass das Verhalten des Blattes in den einen dieser Gruppen der Hauptsache nach ein verschiedenes ist von dem in anderen Gruppen, worin sich eine nähere Beziehung der betreffenden Gruppen zu einander selbst wieder auszusprechen scheint.

Das eine Mal nämlich erscheint das Blatt, welches fast immer zusammengesetzt ist und in dem in Rede stehenden Falle vorzugsweise dem gedreiten (resp. gedreit-gefiederten) Typus folgt (mit oft hochgradiger Gliederung, be-

sonders bei Arten von Serjania und Paullinia) voll ausgebildet, normal entwickelt, wie man sich ausdrücken kann — und die Träger solcher Blätter und die aus solchen Trägern gebildeten Gruppen mögen desshalb als nomophylle Sapindaceen bezeichnet sein. Das andere Mal dagegen erscheint an dem zusammengesetzten und hier gewöhnlich gefiederten (gelegentlich auch, nämlich bei den Gattungen Macphersonia, Tristiropsis und Dilodendron doppelt gefiederten[1]), bei einer neuen, wahrscheinlich an Matayba anzuschliessenden Gattung Tripterodendron endlich, mit T. filicifolium, der bisherigen Cupania filicifolia Linden, selbst dreifach gefiederten) Blatte der Endtheil, die Spitze, nicht voll entwickelt: es fehlt das die normale Spitze beim gefiederten Blatte bildende Endblättchen[2]) und meistentheils (abgesehen nämlich von paarig gefiederten, hier nicht häufig vorkommenden Blättern) ist dann das eine der obersten Seitenblättchen dicht neben die Endigung der Blattspindel (welche unter Hinterlassung einer kleinen Narbe auch abgestossen sein kann) hinausgerückt, nach Stellung und Richtung, und oft auch nach Grösse und Gestaltung ein scheinbares Endblättchen bildend, ein Verhältniss, an welchem vielfach allein schon (wie bereits oben, p. 178, erwähnt) die betreffenden Gewächse von solchen aus den am häufigsten mit den Sapindaceen verwechselten Familien, den Meliaceen, Anacardiaceen, Burseraceen, Simarubaceen, Zanthoxyleen, Connaraceen etc. (sieh die oben, p. 178, citirten Stellen) mit fast niemals, ausser bei paarig gefiederten Blättern, fehlendem echtem Endblättchen

1) Doppelt gefiederte Blätter oder Uebergänge zu solchen finden sich unter den nomophyllen Sapindaceen bei der Gattung Paullina und Kölreuteria.

2) Hinsichtlich der Ausnahmefälle, sei es typischer, sei es nur in Folge anomaler Entwicklung gelegentlich vorkommender, verweise ich auf die Angaben in dem Conspectus tribuum.

unterschieden werden können.[1]) Auf solche Glieder und Gruppen der Familie mag die Bezeichnung anomophylle Sapindaceen Anwendung finden.

Die Keimblätter des in der Regel deutlich gekrümmten und zwar meist notorrhizen, verhältnissmässig nur selten (wie bei der ersten Subtribus der Cupanieen und bei Castanospora) lomatorrhizen Embryos weiter zeigen bei den Gattungen mit voll ausgebildetem Laubblatte meist in der Weise an dieser Krümmung sich betheiliget, dass das äussere, dem Samenrücken anliegende diesem entsprechend gewölbt und über das andere kappenförmig herübergeschlagen ist, während das innere (selten auch das äussere), um in dem gegebenen beschränkten Raume doch möglichste Flächenentwicklung zu finden, sich der Quere nach zweimal faltet, das erste Mal (von seinem Ursprungspunkte aus gerechnet) mit nach oben, das zweite Mal mit nach unten (in dem aufrechten Samen) sehender Wölbung der Falte, oder es rollt sich der innere Cotyledon, der Wölbung des äusseren folgend, schneckenförmig ein, mitunter in geringerem Grade auch der äussere, beide dann von ihrem Ursprungspunkte

1) Mir ist von Ausnahmsfällen, in welchen ein Seitenblättchen wie bei den Sapindaceen als scheinbares Endblättchen auftritt, aus den genannten Familien eigentlich nur Pistacia Lentiscus (mit theilweise auch echt unpaar, sowie auch paarig gefiederten Blättern) bekannt. Auch eine oder die andere Art von Cabralea, kaum eine andere Meliacee, mag hieher gehören. Etwas anderes ist das Rudimentärbleiben und Abfallen des Endblättchens, wie bei Carapa und anderen Meliaceen (sieh C. DC. Monogr. p. 403) oder das Rudimentärbleiben des Endblättchens sammt den nahe stehenden und damit dann eine scheinbare Knospe bildenden Seitenblättchen bei den Meliaceen-Gattungen Guarea, Chisocheton, Dasycoleum und bei Cabralea Warmingiana C. DC. (s. a. a. O. p. 404, 476). Eine analoge retardirte Entwicklung ist auch bei Cabralea polytricha A. Juss., bei Trichilia cathartica Mart. und unter den Aurantiaceen bei Micromelum pubescens Bl. zu beobachten.

aus der Richtung der von dem Rücken des Samens zu seiner Spitze und Bauchseite sich wendenden Krümmungsaxe desselben folgend unter inniger Aneinanderschmiegung ihrer Innenflächen. Es mag gestattet sein, einen Embryo der ersteren Art (mit Rücksicht auf seinen inneren Cotyledon) als diplecolob, den der zweiten als spirolob zu bezeichnen, einen davon abweichenden, wie er sich in der Regel bei den anomophyllen Gattungen findet, zur Bezeichnung des Gegensatzes als adiplecolob und aspirolob. Bei den letzteren können die Abweichungen verschiedengradige sein, bis zu weit gehendem Verschwinden der Krümmung überhaupt, worauf hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Der diplecolobe Embryo kommt vorzugsweise bei den nomophyllen Gattungen der nomospermen Hauptreihe (der Eusapindaceae) vor, der spirolobe bei den nomophyllen Gattungen der anomospermen Nebenreihe (der Dyssapindaceae).

Dem Gesagten gemäss ist es nicht als eine Ausnahme von dieser Regel zu bezeichnen, wenn bei einer Gattung der anomophyllen Eusapindaceen statt bloss mehr oder weniger gekrümmter gelegentlich mehr oder weniger spiralig gerollte Cotyledonen, die ja die adiplecolobe Beschaffenheit des Embryo nicht alteriren, auftreten, wie bei Alectryon (für welche Gattung das früher unter Vernachlässigung aller wirklich verwandtschaftlichen Charaktere Veranlassung gegeben hat, sie, statt in die Nähe von Nephelium, zu den Dodonaeeen zu stellen) und den mit Alectryon nahe verwandten Gattungen Heterodendron, Podonephelium und Pappea. Ebenso wäre es nicht als eine Ausnahme anzusehen, wenn bei einer anomophyllen Dyssapindacee ein diplecolober Embryo aufträte, wofür mir übrigens ein Beispiel nicht bekannt ist.

Die wirklichen Ausnahmen, welche sich in der Beschaffenheit des Embryo finden, und welche in der Gruppen-

übersicht, wie die für das Laubblatt, an geeigneter Stelle hervorgehoben werden sollen, liegen in verhältnissmässig grösster Zahl auf Seite der nomophyllen Eusapindaceen vor, nämlich bei 3 Gattungen unter 11, wobei aber zu bemerken ist, dass bei der einen Gattung (Paullinia) nur ein Theil der Arten von dem Ausnahmsverhältnisse betroffen ist, bei einer zweiten (Thinouia) nicht von allen Arten Früchte vorliegen und die dritte dieser Gattungen monotypisch ist (Diatenopteryx). Unter den anomophyllen Eusapindaceen finden sich unter 84 Gattungen nur 6 mit abweichendem, d. h. diplecolobem Embryo. Bei den nomophyllen Dyssapindaceen ist unter 10 Gattungen nur 1 (Erythrophysa), bei welcher der Embryo nicht vollkommen, aber doch annähernd spirolob ist, und unter den anomophyllen Dyssapindaceen ebenfalls nur 1, bei welcher derselbe mehr als bloss gekrümmt, d. h. wenigstens annähernd spirolob erscheint (Hippobromus), während er bei einer weiteren (Ganophyllum) wegen starker Verdickung des äusseren Cotyledons kaum mehr so genannt werden kann. Die letzteren drei Fälle können also noch als der Regel entsprechend angesehen werden und dann reduciren sich die Ausnahmen überhaupt auf 9 unter 117 Gattungen, also auf 7,7 %.

Noch günstiger stellt sich die Sache für das Laubblatt. Selbstverständlich ist hier zu unterscheiden zwischen typischen Ausnahmen und solchen, welche nur in Folge gelegentlicher anomaler Entwicklung bei dem einen oder anderen Exemplare irgend einer Art auftreten und für die Gattung als solche desshalb keine tiefere Bedeutung haben. Ich werde übrigens auch die in dieser Richtung beobachteten Fälle in der Gruppenübersicht in Anmerkungen namhaft machen. Von typischen Ausnahmen nun findet sich bei den 95 Gattungen der Eusapindaceen nur eine, und zwar unter den anomophyllen, nämlich die nur 2 Arten in sich schliessende Gat-

tung Paranephelium. Bei den 22 Gattungen der Dysapindaceen sind 3 vorhanden, ebenfalls unter den anomophyllen und nur monotypische Gattungen betreffend, nämlich Hypelate, Xanthoceras und Ungnadia. Das sind also im Ganzen 4 Gattungen auf 117, was nur 3,4 % gleichkommt. Wollte man die Zahl der Arten in Betracht ziehen, so wären das 5 auf (rund) 950, also nur 0,5 %.

Für die den bisher gewonnenen Abtheilungen als Tribus sich unterordnenden Gattungsgruppen sind sodann die Verhältnisse des Habitus, namentlich in der ersten Unterabtheilung der nomophyllen Eusapindaceen, und besonders das Auftreten oder Fehlen von Ranken und Nebenblättchen (welch' letztere vergeblich auch noch in den neueren Schriften den Sapindaceen überhaupt abgesprochen werden, wie z. B. bei Asa Gray Bot. Californ. I, 1876, p. 105 in der Charakteristik seiner Subordo „Sapindaceae proper" durch die Angabe „stipules none"), ferner bestimmte Momente der Frucht- und der Samenbeschaffenheit (Gliederung der Frucht in sich trennende oder verbunden bleibende Cocci einerseits, Fehlen solcher Gliederung andererseits, verschiedenartige Dehiscenz der Frucht, Vorhandensein arillöser Bildungen oder Fehlen solcher) von besonderem Belange, weiter für gewisse Subtribus die notorrhize oder pleurorrhize Beschaffenheit des Embryo (Cupanieae) und das Auftreten von Honigdecken in Form von verschiedengradig entwickelten, in der ersten Subtribus der Paullinieae z. B. kaputzenförmig gestalteten und mit einem besonders gefärbten Kamme als sogenanntem Pollenmale ausgerüsteten Blumenblattschuppen (durch seriale Spaltung der Blumenblätter). Eine Verstärkung dieser Momente kann da und dort auch die auffälliger symmetrische Gestaltung der Blüthe bilden mit bald mehr, bald minder (nach der durch Sepalum 4 gehenden Halbirungslinie) einseitig entwickeltem Discus und eigenthümlichen, drüsenartigen Effigurationen des

letzteren (gewöhnlich über den Insertionsstellen der Blumenblätter, seltener zwischen diesen, wie bei den regelmässigen Blüthen von Xanthoceras), wo eine solche Blüthen-Gestaltung eben mit den schon erwähnten Momenten Hand in Hand geht, wie das im Allgemeinen bei den Gattungen der nomophyllen Gattungsgruppen der Haupt- und der Nebenreihe der Fall ist, während bei den anomophyllen Gattungsgruppen die annähernd regelmässige Blüthenbildung die Norm darstellt, und eine auffälliger symmetrische Gestaltung, abgesehen von einigen monotypischen oder sehr armgliedrigen Gattungen (Porocystis, Erioglossum, Zollingeria, Chytranthus, Pancovia, Plagioscyphus, Diploglottis, Magonia und Ungnadia) nur für einen Theil der Arten bestimmter Gattungen auftritt (für Arten von Atalaya, Thouinidium, Toulicia, Sapindus, Lepisanthes, Guioa, Harpullia), also nicht einmal den Werth eines Gattungscharakters besitzt. Wie unrichtig es ist, die symmetrische Blüthenbildung, resp. Kronen- und Discusbildung, als Hauptmoment für die Gliederung der Familie zu betrachten, wie es in Bentham & Hooker Genera und in Baillon Hist. d. Pl. geschehen ist, oder sie gar für die Beurtheilung der Verwandtschaft mit anderen Familien als ausschlaggebend anzusehen, wie es bei Eichler in der Bildung seiner Aesculinae geschehen ist (Blüthendiagramme II, p. 338), habe ich an anderem Orte schon früher dargelegt (Bericht der 50. Naturforscher-Versammlung, 1877, p. 208; über Sapindus etc. 1878, p. 252 etc.).

Dass die Gliederung der Familie auf der Basis der eben hervorgehobenen Momente nicht etwa eine aprioristische und analytisch-schematische ist, sondern aus der sorgfältigen Verfolgung der von Gattung zu Gattung in deren Gesammtorganisation erkennbaren Verwandtschaftsverhältnisse und aus der Gruppirung der als nächst verwandt erkannten Gattungen

um entsprechende Kernpunkte in synthetischer Weise sich ergeben hat, worauf dann erst der Aufgabe näher getreten wurde, für die so gewonnenen Gruppen das Verbindende einerseits, das Unterscheidende andererseits prägnant zu formuliren, das wird für den mit diesen Dingen etwas Vertrauten schon aus dem Umstande leicht zu erkennen sein, dass in den verschiedenen Gruppen es sehr verschiedene Verhältnisse sind, welche als die ausschlaggebenden sich von selbst aufgedrängt haben, hier die Beschaffenheit der Frucht, dort der Habitus u. s. w.

Es erscheint mir hier, wo es sich um die gedrängte Darlegung der gewonnenen Resultate handelt, nicht angemessen, den Leser den ganzen bei der Gewinnung derselben von Gattung zu Gattung durchmessenen Weg selbst auch zurücklegen zu lassen. Ich will es statt dessen vielmehr versuchen, in knappster Form dem Leser die Charakteristik der Gruppen nach Art eines sogenannten Conspectus vor Augen zu legen, ohne übrigens, wie das zum Nachtheile solcher Uebersichten häufig geschieht, die Ausnahms- und Uebergangsverhältnisse dabei ausser Acht zu lassen. Zur leichteren Orientirung füge ich den einzelnen Tribus die Namen der ihnen angehörigen Gattungen bei. Bezüglich der Synonymie, der Gattungssectionen, der Artenzahl und des Verbreitungsbezirkes verweise ich auf das in dem Index Durand von mir schon Angeführte, in welchem sich wesentlichere Veränderungen nur durch die Versetzung der Gattung Lecaniodiscus von den Melicocceen zu den Schleichereen (hinter Schleichera) und durch die Einschiebung der p. 208 schon erwähnten, neuen, monotypischen Gattung Tripterodendron m. aus Brasilien unter n. 66 (hinter Matayba) ergeben.

V. Conspectus tribuum Sapindacearum.

A. Gemmulae in loculis solitariae, apotropae, erectae vel suberectae Series I. Eusapindaceae (s. Sapindaceae nomospermae).

a. Folia apice plane evoluta[1]); cotyledon interior (vel exterior quoque — in Valenzuelia, Bridgesia, Thouinia sp., Allophylo —) transversim biplicata (rarius cotyledones curvatae tantum — in Serjania cuspidata, Paullinia sp., Thinouia, Diatenopteryge —); (flores plerumque disco inaequali oblique symmetrici) Subseries 1. Eusapindaceae nomophyllae (et diplecolobae).

aa. Stirpes scandentes fruticosae cirrhosae stipulatae, vel subherbaceae eaeque partim ecirrhosae (Cardiospermum procumbens, anomalum et strictum), una (Cardiosperm. anomalum) simul exstipulata (omnium generum, excepto Cardiospermo, species plures caulis structura anomala insignes) Tribus I. Paullinieae.

α. Petala squamis cucullatis cristatis aucta (flores symmetrici; fructus trialati exceptis Cardiospermo et Paullinia partim) Subtrib. 1. Eupaullinieae.

(Genus 1—4: Serjania Schum., Paullinia L. em., Urvillea Kunth, Cardiospermum L.)

---

1) Diatenopteryx sorbifolia interdum folioli terminalis rudimentum tantum exhibet. Foliis simplicibus gaudent Cardiospermum procumbens, Valenzuelia, Bridgesia, foliis 1-foliolatis Thouinia sp., Allophylus sp. (Folia ternata invenies in plurimis Allophyli et Thouiniae speciebus, in Thinouia et Urvillea, nec non in nonnullis Cardiospermi, Paulliniae et Serjaniae speciebus; folia bi- vel tri-ternata vel ternato-pinnata et subbipinnata in iisdem Cardiospermi, Paulliniae et Serjaniae generibus, in Paullinia quoque pinnata nec non in Athyana et Diatenopteryge).

β. Petala squamis subecristatis bifidis (v. squamulis binis) aucta (flores regulares vel vix irregulares, fructus trialati)

Subtrib. 2. Thinouieae.

(Gen. 5: Thinouia Tr. et Pl.)

bb. Stirpes fruticosae vel arborescentes ecirrhosae, exstipulatae (flores symmetrici; fructus alati, exceptis Valenzuelia et Allophylo)

Tribus II. Thouinieae.

(Gen. 6—11: Valenzuelia Bert., Bridgesia Bert., Athyana R., Diatenopteryx R., Thouinia Poit., Allophylus L.)

b. Folia, ni sunt simplicia[1]), apice reducta[2]), in Paranephelio solo plane evoluta (imparipinnata); cotyledones curvatae vel (in Alectryone et affinibus) subcircinnatae, rarius subdiplecolobae (in Pometia, Guioa, Sarcopteryge, Jagera, Elattostachye, Gongrodisco); arbores fruticesve ecirrhosae, exstipulatae; (flores plerumque disco annulari regulares)

Subseries 2. Eusapindaceae anomophyllae (et adiplecolobae).

1) Foliis simplicibus sequentes gaudent, omnes ab Eusapindaceis nomophyllis simplicifoliis floribus regularibus distinctae: Sapindus oahuensis, Aphania Danura, Thraulococcus simplicifolius, Heterodendron, Pappea.

Folia interdum depauperatione simplificata inveniuntur in Atalaya salicifolia, hemiglauca, variifolia, Toulicia tomentosa, Melicocca bijuga, Cupania glabra et macrophylla (quae omnes quoque, uti praecedentes, floribus regularibus intructae sunt).

2) Abrupte pinnata, vel (in Macphersonia, Tristiropsi, Dilodendro, Tripterodendro) abrupte bi- vel tri-pinnata, foliolo laterali summo saepissime foliolum terminale mentiente, raro foliolo terminali genuino anomale evoluto instructa (in Toulicia guianensi et tomentosa, Atalaya variifolia, Sapindi speciebus, Aphania rubra, Otophora amoena, Melicocca lepidopetala, in Cupaniae glabrae speciminibus cultis et in Dilodendro).

aa. Fructus indehiscens vel (in gen. 55—59) folliculatim tantum dehiscens

α. Exarillatae (testa vero extus carnosula in generibus 2 Trib. VI, Melicocca et Talisia)

αα. Fructus coccatus, coccis secedentibus (in Atalaya, Thouinidio, Toulicia et Hornea samaroideis; flores in Porocysti et in speciebus Atalayae, Thouinidii, Touliciae et Sapindi symmetrici)

Tribus III. Sapindeae.

(Gen. 12—18: Atalaya Bl., Thouinidium R., Toulicia Aubl., Porocystis R., Sapindus L., Deinbollia Sch. et Thonn., Hornea Bak.)

ββ. Fructus coccato-lobatus, lobis (sponte) non secedentibus (flores non nisi in Erioglosso symmetrici, fructus apteri)

Tribus IV. Aphanieae.

(Gen. 19—23: Erioglossum Bl., Aphania Bl., Thraulococcus R., Hebecoccus R., Aphanococcus R.)

γγ. Fructus sulcatus vel sulcato-lobatus (in Zollingeria sola alatus, in Plagioscypho et Cotylodisco ignotus; flores in Zollingeria, Lepisanthes sp., Chytrantho, Pancovia et Plagioscypho symmetrici)

Tribus V. Lepisantheae.

(Gen. 24—35: Zollingeria Kurz, Lepisanthes Bl., Otophora Bl., Chytranthus H. f., Pancovia W., ? Smelophyllum R., Lychnodiscus R., Placodiscus R., Melanodiscus R., Crossonephelis Baill., ? Plagioscyphus R., ? Cotylodiscus R.)

δδ. Fructus subintegerrimus (in Tristira sola carinato-alatus, in Eriandrostachye ignotus, seminis testa drupacea in Melicocca et Talisia; flores regulares)

Tribus VI. Melicocceae.

(Gen. 36—43: Melicocca L., Talisia Aubl., Glenniea H. f., Castanospora F. Müll., Eriandrostachys Baill., Macphersonia Bl., Tristiropsis R., Tristira R.)

β. Arillatae (i. e. arillo libero vel plus minus adnato, margine tantum libero instructae)

αα. Fructus integer (flores regulares)

Tribus VII. Schleichereae.

(Gen. 44—47: Schleichera W., Lecaniodiscus Planch., Haplocoelum R., Pseudopteris Baill.)

ββ. Fructus coccato- vel sulcato-lobatus, in nonnullis (55—59) folliculatim dehiscens (in Alectryonis speciebus nonnullis cristato-alatus, in Pseudonephelio ignotus; flores regulares)

Tribus VIII. Nephelieae.

(Gen. 48—59: Euphoria Comm., Otonephelium R., Pseudonephelium R., Litchi Sonn., Xerospermum Bl., Nephelium L., Pometia Forst., Alectryon Gärtn., Heterodendron Desf., Podonephelium Baill., Pappea Eckl. et Z., Stadmannia Lam.)

bb. Fructus loculicide valvatus (in Sarcopteryge anguste alatus, in Molinaea, Guioa et Arytera loculis compressis alas mentientibus spurie alatus, in Scyphonychio, Pentascypho, Tripterodendro, Lepiderema et Euphoriantho ignotus; flores symmetrici in Dilodendro, Guioae spec. et in Diploglottide; semen plerumque arillatum)

Tribus IX. Cupanieae.

α. Embryo lomatorrhizus

Subtrib. 1. Cupanieae lomatorrhizae.

(Gen. 60—66: Cupania L., Vouarana Aubl., Scyphonychium R., Dilodendron R., Pentascyphus R., Matayba Aubl. em., Tripterodendron R.)

β. Embryo notorrhizus

Subtrib. 2. Cupanieae notorrhizae.

(Gen. 67—95: Pseudima R., Tina Röm. et S.em., Tinopsis R., Molinaea Comm., Laccodiscus R., Aporrhiza R., Blighia Kön., Eriocoelum H. f., Phialodiscus R., Guioa Cav., Cupaniopsis R., Rhysotoechia R., Lepiderema R., Dictyoneura Bl., Diploglottis H. f., Euphorianthus R., Storthocalyx R., Sarcopteryx R., Jagera Bl., Trigonachras R., Toechima R., Synima R., Sarcotoechia R., Elattostachys R., Arytera Bl., Mischocarpus Bl., Gongrodiscus R., Lepidopetalum Bl., Paranephelium Miq.

B. Gemmulae in loculis plerumque 2 vel plures (saepius heterotropae directione varia), raro solitariae tumque epitropae pendulae (Harpullia, Sect. Thanatophorus et Otonychidium, Filicium); arbores fruticesve ecirrhosae, exstipulatae Series II. Dyssapindaceae (s. Sapindaceae anomospermae).

a. Folia apice plane evoluta[1]); cotyledones plus minus circinatae

Subseries 1. Dyssapindaceae nomophyllae (et spirolobae).

aa. Capsula inflata membranacea (loculicida vel — in Erythrophysa — utriculosa; flores symmetrici)

Tribus X. Koelreuterieae.

(Gen. 96—98: Koelreuteria Laxm., Stocksia Benth., Erythrophysa E. Mey.)

---

1) Interdum in Loxodisco et Dodonaeae sp. reducta. Foliis simplicibus gaudent: Stocksia, Llagunoa sp., Diplopeltis, Dodonaea sp., Distichostemon.

bb. Capsula coriaceo-crustacea vel lignosa (loculicida, vel loculicido-septicida in Cossignia; flores symmetrici in Llagunoa et Cossigniae sp.)

Tribus XI. Cossignieae.

(Gen. 99—101: Cossignia Comm., ? Delavaya Franch., Llagunoa R. et P.)

cc. Capsula sulcato- vel coccato-lobata, septicida vel septifraga, rarius (in Loxodisco) loculicida, chartaceo-membranacea (alata in Dodonaeae sp. et in Distichostemone; flores symmetrici in Loxodisco et Diplopeltide)

Tribus XII. Dodonaeeae.

(Gen. 102—105: Loxodiscus H. f., Diplopeltis Endl., Dodonaea L., Distichostemon F. Müll.)

b. Folia apice plerumque reducta (plane evoluta in Hypelate, Xanthocerate et Ungnadia[1]); cotyledones curvatae (in Hippobromo solo, vix in Ganophyllo quoque subcircinatae)

Subseries 2. Dyssapindaceae anomophyllae (et aspirolobae).

aa. Fructus indehiscens (flores regulares)

Tribus XIII. Doratoxyleae.

(Gen. 106—112: Hypelate P. Br., Exothea Macf., Averrhoidium Baill., Hippobromus Eckl. et Z., Doratoxylon Thou., Ganophyllum Bl., Filicium Thw.)

bb. Fructus dehiscens (flores symmetrici in Magonia, Ungnadia et Harpulliae sp.)

Tribus XIV. Harpullieae.

(Gen. 113—117: Harpullia Roxb., Conchopetalum R., Magonia S. Hil., Xanthoceras Bunge, Ungnadia Endl.)

1) Interdum in Doratoxylo quoque plane evoluta. Foliis simplicibus nulla gaudet.

VI. Frühere Gliederungen.

Eine Vergleichung dieser Gruppirung mit den bisher gemachten Versuchen einer Gliederung der Familie lässt unschwer erkennen, dass die dargelegte Gruppenbildung sich zunächst an den Versuch einer solchen von Blume anschliesst und eine Weiterbildung dieses Versuches darstellt, der selbst wieder als eine Weiterbildung des ersten Versuches einer naturgemässen Gliederung der Familie durch Kunth erscheint.

Kunth (1821), welcher übrigens nur die americanischen Sapindaceen-Gattungen bei der Bearbeitung der von Humboldt und Bonpland gesammelten Materialien in den Bereich seiner Untersuchung gezogen hat, sah sich durch die Natur der Dinge bereits dazu gedrängt, die oben als Eupaullinieae von der ihm unbekannt gebliebenen Gattung Thinouia unterschiedenen Gattungen der Paullinieae unter letzterer Bezeichnung zusammenzufassen und als rankende Gewächse mit Blumenblattschuppen und Discusdrüsen den seiner Meinung nach mit schuppenlosen Blumenblättern und nicht deutlich gesonderten Discusdrüsen versehenen, nicht rankenden Gattungen Schmidelia, Thouinia, Cupania, Sapindus und Melicocca gegenüberzustellen, welche von ihm als Sapindaceae verae (von De Candolle wenige Jahre später als „Sapindeae") bezeichnet wurden; diesen beiden Gruppen mit einsamigen Fruchtfächern stellt er weiter als dritte Gruppe der „Dodonaeaceae", die er übrigens geneigt war als besondere Familie anzusehen, die Gattungen Llagunoa und Dodonaea mit 2-samigen Fruchtfächern an die Seite.

Wie man sieht, hat die Gliederung von Kunth wichtige Unterschiede mit gutem Takte bereits hervorgehoben. Sie wurde von De Candolle (1824) unter Einreihung weiterer und namentlich der von Kunth bei Seite gelassenen

ausseramericanischen Gattungen in die zweite[1]) und dritte[2]) zugleich durch den „spiraligen Embryo" charakterisirte Gruppe und Verweisung unvollständig gekannter in den Anhang[3]) vollständig angenommen, während in weniger angemessener Weise Cambessedes[4]) (1829) und Endlicher[5]) (1838) für gut fanden, nur die Dodonaeaceen mit Rücksicht auf die zu zweit oder mehreren in den Fruchtknotenfächern enthaltenen Samenknospen als besondere Gruppe den Sapindeen gegenüberzustellen, in welch' letztere die Paullinieen einbezogen wurden, ohne eine besondere Hervorhebung darin zu erfahren. Dadurch wurde allerdings in

1) Blighia, Talisia, Matayba, Aporetica, Euphoria, Toulicia, Tina, Cossignia, Hypelate, Stadmannia.

2) Kölreuteria, Alectryon.

3) Eustathes, Racaria, Valentinia, Pedicellia, Ratonia, Enourea.

4) Die Ordnung bei Cambessedes ist folgende:

Sectio I. Sapindeae (ovarii loculi 1-ovulati, embryo curvatus, rarius rectus): Cardiospermum, Urvillea, Serjania, Toulicia, Paullinia, Schmidelia, Irina, Prostea, Lepisanthes, Sapindus, Erioglossum, Moulinsia, Cupania, Talisia, Nephelium, Thouinia, Hypelate, Melicocca.

Sectio II. Dodonaeaceae (ovarii loculi 2-3-ovulati; embryo spiraliter convolutus); Kölreuteria, Cossignia, Llagunoa, Dodonaea.

Genus anomalum: Magonia.

Genera non satis nota: Enourea, Matayba, Aphania, Alectryon.

5) Die Ordnung bei Endlicher ist folgende:

Tribus I. Sapindeae Camb. (ovula in loculis plerumque solitaria; embryo curvatus vel rarius rectus): Cardiospermum, Urvillea, Serjania, Toulicia, Bridgesia, Paullinia, Enourea, Schmidelia, Valenzuelia, Irina, Prostea, Lepisanthes, Sapindus, Erioglossum, Matayba, Moulinsia, Cupania, Aphania, Talisia, Nephelium, Thouinia, Hypelate, Melicocca, Schleichera.

Tribus II. Dodonaeaceae Camb. (ovula in loculis 2—3; embryo spiraliter convolutus): Koelreuteria, Cossignia, Llagunoa, Diplopeltis, Dodonaea, Alectryon.

Genera anomala: Plösslea, Xanthoceras, Magonia.

Genera penitus dubia: Valentinia, Racaria, Eustathes, Pedicellia, Pappea, Ptaeroxylon, Hippobromus, Tarrietia.

treffender Weise die Zweigliederung der ganzen Familie, wie sie in der Unterscheidung der Eusapindaceae und Dyssapindaceae nun zum Ausdrucke gebracht ist, markirt, die so prägnante Gruppe der Paullinieen aber kam nicht mehr zur Geltung, und die Anregung, welche Kunth mit ihrer Bildung zum Aufsuchen analoger Gruppen, innerhalb der grösseren Hauptabtheilung wenigstens, unwillkürlich gegeben hatte, fiel damit hinweg.

Dem hierin gelegenen Rückschritte trat Blume in seiner Bearbeitung der indisch-malayischen Sapindaceen (Rumphia III, 1847) entgegen, indem er das, was er überhaupt dieser Familie zugewiesen wissen wollte, zunächst in 5 Sectionen und davon die 1. Section in 7 Tribus theilte.

Eine Uebersicht der von Blume so erhaltenen Gruppirung — unter Hinweglassung der unterscheidenden Charaktere und unter Aufzählung der eben nach Massgabe des bezeichneten Gebietes von ihm in jeder Gruppe behandelten (oder überhaupt genannten) Gattungen — ist folgende:

Sectio I. Sapindaceae propriae:

Trib. I. Sapindeae: Sapindus, Xerospermum, Cubilia, Nephelium, Stadmannia, Irina.

Trib. II. Allophyleae: Erioglossum, (Moulinsia,) Allophylus, Schmidelia.

Trib. III. Melicocceae: (Melicocca,) Otophora, Schleichera, Scorododendron, Lepisanthes, Jagera, Macphersonia.

Trib. IV. Cupanieae: Cupania, (Tina, Blighia, Guioa,) Dictyoneura, Hemigyrosa, Mischocarpus, Arytera, Lepidopetalum, Spanoghea.

Trib. V. Cossignieae: (Cossignia, Hypelate,) Harpullia, Otonychium, Blancoa, Koelreuteria.

Trib. VI. Paullinieae: (Paullinia,) Cardiospermum.

Trib. VII. Thouinieae: Atalaya, (Bridgesia, Thouinia).

Sectio II. Dodonaeaceae: Dodonaea.
Sectio III. Acerineae: Acer.
Sectio IV. Hippocastaneae: Aesculus.
Sectio V. Meliosmeae: Meliosma, (Ophiocaryon).

Sehen wir von den nach dem weiter oben Dargelegten den Sapindaceeen nicht zuzurechnenden Gewächsen ab, so sind es also 8 Gruppen, welche schon bei Blume zur Unterscheidung gekommen sind, 6 aus der obigen Serie der Eusapindaceae, 2 (Cossignieae und Dodonaeaceae) aus der Serie der Dyssapindaceae.

Einen abermaligen Rückschritt finden wir in den Werken von Bentham & Hooker und von Baillon: bei den ersteren nämlich, wenn wir wieder von den nicht den Sapindaceen zuzuzählenden Gewächsen absehen, ein Zurückgehen auf die Unterscheidung von „Sapindeae" und „Dodonaeae", wie bei Cambessedes und Endlicher, wobei die Dodonaeeae, da die Gattungen Ptaeroxylon, Alvaradoa und Aitonia hinwegfallen, auf Dodonaea, Distichostemon und Alectryon beschränkt erscheinen und durch „stamina basi disci extus vel sinubus disci inserta" oder durch „Fehlen des Discus" von den Sapindeae unterschieden werden. In der Aneinanderreihung der Gattungen weiter macht sich innerhalb der Sapindeae als Princip die theils symmetrische, theils regelmässige Blüthenbildung geltend, ein Princip, von dessen Unbrauchbarkeit hiefür schon oben (p. 213) die Rede gewesen ist.

Noch ausgesprochener tritt dieses Princip bei Baillon hervor, welcher die Unterscheidung der Dodonaeeen gänzlich fallen lässt, um dafür die hier in Betracht stehenden Gewächse in die beiden Gruppen der Sapindeae und Pancovieae zu scheiden, deren erstere die Gattungen mit regelmässigen, deren letztere die Gattungen mit symmetrischen Blüthen in sich schliesst. Dass dadurch der Natur

der Dinge derartig Zwang angethan wird, dass selbst die natürlichsten Gattungen, wie Sapindus und Atalaya zerrissen und stückweise in die beiderlei Gruppen vertheilt werden, habe ich schon anderwärts hervorgehoben (über Sapindus etc., Sitzungsber. 1878, p. 252, 272 etc.) Und trotz des Principes sind doch viele Gewächse mit symmetrischer Blüthe in der ersten Abtheilung eingereiht, wie namentlich Llagunoa, Thouinia, Anomosanthes und Arten von Guioa. Doch das in's Einzelne weiter zu verfolgen, würde hier zu weit führen.

VII. Gruppeninhalt.

Wenn ich nun auf die von mir vorgeschlagene Gruppirung und den Inhalt der nach den oben schon gewürdigten Organisationsverhältnissen erhaltenen Gruppen noch näher eingehen soll, so rechtfertigt sich zunächst die grössere Anzahl der Gruppen, gegenüber der bei Blume, durch die grössere Zahl der inzwischen der Familie neu zugewachsenen Gattungen und durch die Vermehrung derselben in Folge schärferer Fassung der Gattungscharaktere.

So sei nur daran erinnert, dass für Blume Aphania noch unter Sapindus, die meisten Cupanieen-Gattungen noch unter Cupania, unter Hemigyrosa neben einer Art von Lepisanthes noch zwei grundverschiedene Gattungen (Guioa und Deinbollia) eingeschlossen waren und dass für Blume Unterschiede, wie die zwischen Sapindus und Nephelium, noch nicht deutlich genug hervorgetreten waren, um die Zusammenfassung dieser Gattungen in eine Tribus zu hindern.

Was die einzelnen Gruppen und die in ihnen zusammengefassten Gattungen betrifft, so mag es am Platze sein, darüber folgendes Nähere anzuführen.

(Zu Trib. I.) Die Gruppe der Paullinieen ist, wie sich das schon Kunth zu erkennen gegeben hat, eine der natürlichsten, eine besondere Hervorhebung laut verlangend. Sie, und nur sie beherbergt die kletternden, mit Ranken versehenen Arten der Familie und zwar fast nur solche, welche zugleich, bis auf eine, mit Nebenblättchen versehen sind, was wieder nur den Angehörigen dieser Tribus eigen ist.

In ihr erweisen sich Serjania, mit 3 nach abwärts geflügelten, von der Fruchtaxe bei der Reife sich einzeln trennenden Fruchtknöpfen, und Paullinia, mit subdrupöser septifrager[1]) Kapselfrucht und zum Theile Flügelfortsätze

---

1) In Benth. et Hook. Gen. I p. 394 und in Uebereinstimmung damit auch in Baillon Hist. d. Pl. V, p. 416) wird die Frucht als capsula . . . septicide 3-valvis bezeichnet. Diese Bezeichnung ist, da nach den Erläuterungen der gleichlautenden „Outlines of Botany" in den Einleitungen zu Bentham Flora Hongkongensis und Flora Austral., zu J. D. Hooker New Zealand Flora, Oliver Flora trop. Africa und Baker Flora Maurit. (§ 158) unter septicider Dehiscenz in England auch die Dehiscentia septifraga (s. G. W. Bischoff. Wörterbuch d. beschreib. Bot., 2. Aufl. v. J. A. Schmidt, 1857. p. 148) mitverstanden wird, für einen englischen Autor nicht gerade unrichtig zu nennen; es ist aber diese Terminologie, da sie eine genaue Vorstellung von der Sache nicht erweckt, sicherlich nicht zu billigen.

Ebenso wenig sind andere Abweichungen von der herkömmlichen Terminologie bei den englischen Botanikern zu loben. So ist die Darlegung hinsichtlich des folium lanceolatum in § 45 der erwähnten Outlines: „Leaves are lanceolate, when about three or more times as long as broad, broadest below the middle, and tapering towards the summit, compared to the head of a lance" nichts weniger als übereinstimmend mit der von Linné schon im Hort. Cliff. und in der Philos. bot. (1751, p. 42) gegebenen und durch entsprechende (an ersterer Stelle besser als an letzterer ausgefallene) Zeichnung praecisirten Bestimmung: „Folium lanceolatum est oblongum utrinque sensim versus extremitatem attenuatum" (s. auch das erwähnte Wörterbuch von Bischoff p. 88, mit den Beispielen von Asperula odorata und Nerium Oleander). Ihrem

besitzenden Fruchtklappen, als einander zunächst verwandte Gattungen, so nahe verwandt, dass Linné sie selbst in eine Gattung vereinigt wissen wollte, und dass sie in neuen Arten ohne Frucht meist nicht sicher zu erkennen sind. Sie sind nach Wuchs (als rankende, nicht selten durch anomale Stammstructur ausgezeichnete Lianen mit stipulaten Blättern, wie sie auch den übrigen Gliedern der Tribus bis auf eine Art von Cardiospermum zukommen) und nach Blüthenbildung (sieh die Uebersicht), ferner nach gleich mannigfacher Ausgestaltung des Blattes (mit Vorwiegen des gedreiten Typus bei Serjania, des gefiederten bei Paullinia), und nach ihrem annähernd gleichen numerischen und geographischen Umfange (in runder Zahl je 150 Arten im tropischen America), wie ich schon anderwärts hervorgehoben habe (Monographie von Serjania, p. VI), als sogenannte Parallel-Gattungen zu bezeichnen. Bei Serjania besitzen zahlreiche Arten anomale Stamm- resp. Zweigstructur, welche den Holzkörper schon im ersten Jahre als verschiedenartig „zusammengesetzten“ oder seltener als „getheilten“ erscheinen lässt (s. die Monographie von Serjania, 1875, nebst Supplem., 1886, p. 2 etc., Taf. 1—5). Bei Paullinia sind es nur wenige Arten, welche einen zusammengesetzten Holzkörper besitzen und zwar der gewöhnlichsten Form, mit einem centralen nämlich und 3 nach den Ecken eines Dreieckes vertheilten peripherischen Holzringen. Bei Paullinia sind ferner die Samen — und zwar hier allein unter den nomophyllen Eusapindaceen — bald nur an der Basis, bald bis zur Spitze hin — mit einer fleischig arillösen Masse in Folge eigenartiger Ausbildung der Samenschale mehr oder weniger weit überlagert. Bei

eigenartigen Sprachgebrauche gemäss gibt es für die englischen Botaniker auch ein folium oblanceolatum (sieh z. B. Hook. Fl. Brit. Ind. III p. 494 unter Primula minutissima), was für Andere, welche der Linnéischen Bestimmung folgen, keinen Sinn hat.

den übrigen Gattungen finden sich nur Anklänge an diese Bildung in einer helleren Färbung und besonderen Beschaffenheit der Samenschale rings um den Nabel (hilus macula arillosa notatus). Urvillea, mit dünnhäutiger, längs der ganzen Mittellinie der 3 Fruchtfächer und über diese hinaus geflügelter, septicider oder septifrager Frucht und mit stets nur gedreitem Blatte, schliesst sich an Serjania und Paullinia aufs engste an und bildet gleichsam den Uebergang zur 4. Gattung, Cardiospermum, mit dünnhäutiger, blasig aufgetriebener, bald unregelmässig zerreissender, bald septifrag oder septicid zerfallender Frucht und meist biternatem, seltener nur analog getheiltem Blatte, welche Gattung auch in der alten Welt verbreitet ist. Ob sie diese Verbreitung nur ihrer leicht transportablen Frucht verdankt, oder ob sie um desswillen als die älteste dieser Gattungen zu betrachten ist, mag dahingestellt bleiben. Lockerer ist mit diesen Gattungen die wieder nur in America vertretene Gattung Thinouia mit stets gedreitem und, wie bei den vorigen Gattungen, kleine Nebenblättchen besitzendem Blatte verknüpft, durch ebensolche Rankenbildung, wie die genannten 4 Gattungen ausgezeichnet, davon aber durch die kaum mehr eine Unregelmässigkeit verrathende Blüthenbildung ohne Discus-Drüsen und durch nicht mehr kaputzenförmige, dafür aber gespaltene Blumenblattschuppen verschieden, mit einer so zu sagen auf den Kopf gestellten Serjania-Frucht. Sie bildet den Uebergang zu der folgenden Gruppe der Thouinieae.

(Zu Trib. II.) Unter den Thouinieen, welche stets ranken- und nebenblattlos, durchaus mit symmetrischen Blüthen und mit kleinen Blumenblattschuppen versehen sind, sind als die typischesten Gattungen Thouinia und Allophylus zu bezeichnen, beide mit ternaten (selten — bei A. — quinaten) oder durch Verkümmerung der Seitenblättchen unifoliolaten Blättern und mit so analog gebauten

Blüthen, dass sie wieder als Parallel-Gattungen erscheinen, im nicht fructificirten Zustande mitunter kaum von einander zu unterscheiden, beide mit gespaltenen, kammlosen oder fast kammlosen Blumenblattschuppen, jene weiter mit geflügelten, diese mit drupösen, zum Theile essbaren (A. edulis, paniger etc.) Fruchtknöpfen. Ihre Angliederung an die Paullinieen vermittelt durch die Beschaffenheit der Blumenblattschuppen, welche bei ihr, wie bei den zunächst ihr angeschlossenen Gattungen kappenförmig und kammtragend sind, die durch ihre gegenständigen (zugleich einfachen und 3-nervigen) Blätter einzig unter den Sapindaceen dastehende monotypische Gattung Valenzuelia, deren aufgeblasene, lederig krustenartige, 3-knöpfige Frucht an die mancher Cardiospermum-Arten erinnert und zugleich an die von Allophylus sich anlehnt, mit welcher Gattung sie auch in der Doppelfaltung nicht bloss des inneren, sondern auch des äusseren Cotyledon übereinstimmt. Ebenso nimmt die monotypische Gattung Bridgesia mit gleichfalls noch stärker entwickelten Blumenblattschuppen durch ihre aufgeblasenen und zugleich geflügelten Fruchtfächer eine vermittelnde Stellung zwischen Cardiospermum und Thouinia ein. Ihr Blatt kommt durch eine nicht vollständig durchgeführte pinnate Gliederung dem gewisser Cardiospermum-Arten nahe. Ebenso das in seiner Gliederung schon einen Schritt weiter gehende Blatt der gleichfalls monotypischen Gattung Athyana (mit sitzenden einer geflügelten Spindel eingefügten, sehr genäherten Blättchen), deren Frucht eine reducirte Bridgesia-Frucht darstellt, übergehend zur Thouinia-Frucht, während bei der abermals monotypischen Gattung Diatenopteryx die pinnate Gliederung des Blattes durch deutlichere Sonderung der Blättchen noch vollständiger durchgeführt ist, und die Frucht noch näher an die von Thouinia herantritt. Durch gelegentliches Fehlen des Endblättchens leitet diese Gattung schon hinüber zur Tribus

der Sapindeen. Von allen diesen Gattungen ist nur Allophylus auch ausser America und zwar mit einem ebenso grossen Contingente von Arten wie in America verbreitet, in Africa, in Südasien bis nach Australien und Polynesien, im Ganzen zwischen 90 und 100 Arten zählend, welche schwer und häufig nur im fructificirten Zustande sicher von einander zu unterscheiden sind.[1])

(Zu Trib. III.) Von den Sapindeen, mit Sapindus als Haupttypus, und alle mit Spaltfrüchten und abgebrochen

---

1) So ist z. B. der in Westindien verbreitete Allophylus occidentalis m. (Schmidelia o. Sw.) von dem in Brasilien einheimischen A. sericeus m. (Schmidelia s. Camb.), welcher damit von Triana und Planchon, sowie von Anderen, identificirt worden ist, kaum durch etwas anderes verschieden als durch die behaarte (hispide) Samenschale, eine Eigenthümlichkeit, welche demselben allein unter allen americanischen Arten, soweit Früchte derselben vorliegen, zukommt und durch welche er sich auch von einer bisher noch nicht beschriebenen westindischen Art unterscheidet, die ich zur Hervorhebung des in Rede stehenden Unterschiedes als A. psilospermus bezeichnen will. Es ist das die in der Sammlung von Hahn aus Martinique unter n. 1175 enthaltene Pflanze.

Eine derartig hervorstechende Eigenthümlichkeit findet sich übrigens kaum wieder und für fast alle unterscheidenden Charaktere sind die zu beobachtenden Unterschiede nur gradweise.

Das gilt auch für die Arten mit reicher verzweigten Inflorescenzen, obwohl diese immerhin zu den schärfer sich abhebenden gehören, wie unter den americanischen Arten A. excelsus, A. Goudotii und A. mollis m. (Schmidelia e. Tr. & Pl., S. G. Tr. & Pl., S. m. Kunth), unter den asiatischen die meiner Meinung nach ebenfalls als eine besondere Art, A. concanicus m., aufzufassende Pflanze in der Sammlung von Hooker und Thomson mit grossen, elliptischen, fast chocoladefarbenen Blättchen, welche der betreffenden Etiquette nach im Jahre 1851 von Law in Concan gesammelt wurde, und unter den oceanischen Arten A. rhomboidalis m. (Schmidelia r. Neraud) und die davon durch eine hellgraue Rinde und fast kahle, längliche Blättchen unterschiedene, ebenfalls als neue Art zu betrachtende Pflanze in der Sammlung von Horne aus den Vitji-Inseln, n. 464 (Herb. Kew), welche hiemit A. vitiensis genannt sein mag.

gefiedertem Blatte versehen, an dem hier, was mit der Stellung dieser Gruppe am Anfange der anomophyllen Eusapindaceen im Einklange erscheint, häufiger als in den folgenden Gruppen eine gelegentliche vollkommene Ausbildung der Blattspitze durch Auftreten eines Endblättchens oder unter Vereinfachung des ganzen Blattes — und diess auch als Norm bei Sapindus oahuensis — vorkommt (sieh die Angaben über Atalaya, Toulicia und Sapindus in den Anmerkungen der obigen Uebersicht), verrathen die flügelfrüchtigen Gattungen Atalaya, im indisch-oceanischen Gebiete, mit (abgesehen von den Flügeln) eiförmigen Fruchtknöpfen und Samen, und Thouinidium, in America, mit seitlich zusammengedrückten Fruchtknöpfen und Samen, beide schon Arten mit regelmässigen Blüthen neben anderen in sich schliessend, noch nahe Beziehungen zu den flügelfrüchtigen Gattungen der vorigen Gruppe (besonders Thouinidium zu Diatenopteryx). Wie nahe sie andererseits an Sapindus heranrücken, zeigt der Umstand, dass Blüthenexemplare einer Art von Atalaya von Bentham geradezu als eine Art von Sapindus beschrieben worden sind. Die Blumenblattschuppen von Thouinidium sind zum Theile gespalten und stets kammlos, die von Atalaya bei einigen Arten mit Kämmen versehen, bei anderen nicht, wornach sich dieses Merkmal als nicht überall gleich werthvoll erweist. Toulicia mit palmenartigem und dem von Talisia ähnlichem Wuchse und terminaler Blüthenrispe, ferner bei den meisten Arten mit gespaltenen Blumenblattschuppen[1]), deren

1) Abgesehen nämlich von der Sectio IV, Aphanolepis, mit Toulicia tomentosa Radlk. (s. Sitzungsb. k. bayer. Acad., 1878, p. 373). In diese Section reiht sich auch eine neue Art ein, welche O. Kuntze in Venezuela bei Puerto Cabello im Mai 1874 mit Blüthen gesammelt hat, Toulicia brachyphylla m., und bei der im Habitus sich aussprechenden Verwandtschaft dieser Art mit Toulicia megalocarpa Radlk. (a. a. O.), welche des Mangels von

Spalttheile einen fädlichen Kamm tragen, erinnert durch ihre Frucht lebhaft an Serjania, wie andererseits die mit Toulicia zunächst verwandte, gleichfalls nur im tropischen America einheimische Gattung Porocystis, mit aufgeblasenen Fruchtknöpfen, welchen der Flügel von Toulicia fehlt, ebenso deutlich an Cardiospermum und Valenzuelia, während sie ausserdem alle Eigenschaften von Toulicia besitzt, so dass sie durch die Bezeichnung als Cardiospermum-früchtige Toulicia bestens charakterisirt ist. Beide, Toulicia und Porocystis, sind in nicht fructificirten Materialien so wenig von einander zu unterscheiden, wie Serjania und Paullinia. Ob auch Arten von Porocystis, wie solche von Toulicia (Sect. Aphanolepis — sieh „über Sapindus" pag. 373) nahezu regelmässige Blüthen besitzen, wird sich erst, wenn weitere Arten dieser Gattung bekannt werden, ergeben.

Blüthen halber einer bestimmten Section bisher nicht zugewiesen war, erscheint es nun wenigstens als sehr wahrscheinlich, dass auch T. megalocarpa der Section Aphanolepis angehöre.

Die hier neu genannte Art, welche im Anschlusse an T. tomentosa und T. megalocarpa als 10. und letzte Art der Gattung sich darstellt, mag im Folgenden kurz charakterisirt sein:

Toulicia brachyphylla Radlk.: Subglabra; folia paripinnata, paucijuga (bijuga — an semper?); foliola breviter elliptica, inferiora ovato-elliptica vel suborbicularia, breviter obtuse acuminata, breviter petiolulata, integerrima, subcoriacea, reti venarum vix prominulo instructa, epidermide non mucigera; panicula minor; flores pro genere parvi; petala 5, esquamata, extus pilis adpressis pubescentia, intus, praesertim ad marginem utrinque supra unguem subinflexam barbata; discus subaequalis, glaber.

In Venezuela ad Puerto Cabello legit O. Kuntze m. Majo 1874 florigeram: Hb. O. Kuntze n. 1737!

Durch ihre Kahlheit, durch die Kürze der Blätter und Blättchen und durch ein viel weniger hervortretendes Venennetz ist diese Art von der ebenfalls in Venezuela einheimischen T. megalocarpa deutlich verschieden.

In engster Beziehung zu einander stehen ferner Sapindus, Deinbollia und Hornea.

Sapindus, über die ganze Erde ausser Africa und Australien verbreitet und — bei bald regelmässiger, bald unregelmässiger Blüthenbildung (Sect. Dittelasma[1])) und zum Theile auf das einfache Blatt zurückgehender Blattbildung (S. oahuensis) — durch die reichlich Saponin führenden drupösen Fruchtknöpfe mit pergamentartigem Endocarpe aus bandartigen Sklerenchymzellen, sowie durch die harte Samenschale ausgezeichnet (sieh „über Sapindus etc." p. 232 ff., p. 287), knüpft unter den Gattungen der vorigen Gruppe an Allophylus (auch im Baue des Endocarpes) an und lässt sich als eine eigenartige Ausgestaltung dieser Gattung auffassen. Deinbollia, mit saponinloser, bei manchen Arten (D. xanthocarpa) geniessbarer, aber sonst Sapindus-artiger Frucht (welcher von den Autoren fälschlich ein Arillus zugeschrieben wird — sieh „über Sapindus etc. p. 247—8), und wegen dieser Frucht früher geradezu als Theil von Sapindus betrachtet, ist durch das meist polystemone Androecium ausgezeichnet — gleichsam Sapindus in Africa in polystemoner Form ersetzend. An sie schliesst sich wieder als Parallel-Gattung auf das engste die gleichfalls africanische (mauritanische) Gattung

---

1) Diese ursprünglich nur auf Sapindus Rarak DC. basirte Section (s. über Sapindus etc., Sitzungsb. 1878, p. 266) ist inzwischen durch Sapindus tomentosus Kurz (1875) (Pancovia t. Kurz, 1877) erweitert worden (s. Radlkofer Serj. Suppl., 1886, p. 49, Anmerk.) und hat nun eine abermalige Erweiterung zu erfahren durch die der Pflanze von Kurz, wie es der Beschreibung nach scheint, sehr nahe stehende, wenn nicht gar damit zusammenfallende Pancovia Delavayi Franchet (Plant. Yunnaenses in Bull. Soc. bot. d. France XXXIII, 1886, p. 461, coll. Delavay n. 734), welche als Sapindus Delavayi der Pflanze von Kurz hier angereiht sein mag. Leider sind mir die für eine nähere Untersuchung erbetenen Fragmente derselben noch nicht zugekommen.

Hornea an mit Flügelfruchtknöpfen — die polystemone Flügelfruchtform von Sapindus, und als solche wieder die in dieser Gruppe vorangestellte flügelfrüchtige Gattung Atalaya in ihrer nahen Beziehung zu Sapindus und als Vertreterin dieser Gattung in Australien beleuchtend.

Hornea liefert, wie Serjania neben Paullinia, wie Toulicia neben Porocystis, wie Thouinia neben Allophyllus u. s. w., aber deutlicher als alle übrigen schon berührten Gattungen den Beweis, dass die Ausbildung der Frucht zur Flügelfrucht nicht etwas die Verwandtschaft solcher Gattungen allein schon Bekundendes und ausser Frage Stellendes ist, und dass es ein verfehlter Versuch war, wenn Kurz um ihrer Flügelfrüchte willen die Gattungen Zollingeria, Dodonaea und Acer in eine Gruppe vereinigte, welcher bei entsprechender Erweiterung des von ihm betrachteten engen Gebietes dann auch Serjania, Urvillea, Thinouia, Bridgesia, Athyana, Diatenopteryx und Thouinia, weiter Atalaya, Thouinidium, Toulicia und Hornea, ferner Tristira und Alectryon, und so gut wie Dodonaea am Ende auch Sarcopteryx zuzurechnen wären, herausgerissen aus ihrer jeweiligen nächsten Verwandtschaft, und dass es ein ebenso verfehlter Versuch von Grisebach war, Thinouia, Athyana, Diatenopteryx und Thouinidium mit Thouinia in eine und dieselbe Gattung zu vereinigen, gleichwie es ein auf blosse Aeusserlichkeit basirtes verfehltes Vorgehen war, die meist mit Flügelfrüchten versehenen Malpighiaceen den ebenfalls einige (aber unter 117 nur 16) flügelfrüchtige Gattungen in sich schliessenden Sapindaceen und den Acerineen an die Seite zu stellen, wogegen schon Planchon einmal mit Recht sich ausgesprochen hat (sieh J. E. Planchon on Meliantheae, Transact. Linn. Soc. XX, 3, 1851, p. 411: „Who does not follow Jussieu in considering Acerineae as immediately connected with Malpighiaceae? Yet neither habit nor

characters but merely a deceptive resemblance between the winged carpels of some Malpighiaceae and those of Acer, is the ground on which the connexion is founded. Now while such a trifling circumstance, which is almost in all cases only of generic value, is there the object of an exclusive attention, the real signs of the affinity of Acerineae with Sapindaceae seem to have escaped notice").

Bei den letzten 3 Gattungen, Sapindus, Deinbollia und Hornea, nehmen die den meisten Sapindaceen zukommenden kleinen Aussendrüsen der Blätter einen besonderen Charakter an: bei Sapindus und Hornea finden sie sich in flachen Grübchen in liegender Stellung, der Seitenwand des Grübchens inserirt, woran allein schon diese Gattungen zu erkennen sind. Bei Deinbollia sind sie in enge, schachtartige Vertiefungen zwischen die Epidermiszellen in aufrechter Stellung eingesenkt. In dieser Form finden sie sich, und zwar bald die Vertiefung eben nur ausfüllend, bald über sie hervorragend, auch bei der nächstfolgenden Gruppe der Aphanieen (nur bei Erioglossum auf eine der gewöhnlichen nahe kommende Form zurückgehend) und in der weiterfolgenden der Lepisantheen bei den Gattungen Lepisanthes und Otophora (mit alleiniger Ausnahme von O. alata, welche überhaupt drüsenlos ist), während bei Zollingeria die Drüsen denen von Sapindus ähnlich sind; endlich finden sich die eingesenkten Drüsen auch bei einigen Gattungen der Cupanieen.

(Zu Trib. IV.) Fast ebenso nahe, wie Allophylus einerseits, wie Deinbollia andererseits stehen dem Typus Sapindus die Gattungen der nun zu betrachtenden IV. Gruppe, der Aphanieen, welche, soweit sie überhaupt bisher bekannt waren (abgesehen also von Aphanococcus) alle auch schon unter Sapindus selbst eingeschlossen worden sind (sieh „über Sapindus etc. p. 238, 246, 248). Doch ist neben deutlicher Verschiedenheit der Frucht der

Bau der hier dünnen, aus mehreren flachen Lagen schwammförmigen Gewebes bestehenden Samenschale bei ihnen allen ein so abweichender von dem bei Sapindus und Deinbollia und so viel mehr auf den von Allophylus zurückgehend, dass eine Abrückung dieser Gattungen von Sapindus und eine Zusammenfassung derselben als besondere Gruppe schon dadurch als gerechtfertiget erscheint, zumal sie alle, bis auf eine in Africa einheimische Art von Aphania (A. senegalensis), ein und demselben Gebiete, der indisch-malaischen Flora nämlich, angehören.

Die hier nicht von selbst, sondern, wenn überhaupt, erst durch äussere Gewalt und erst spät zur Trennung gelangenden Fruchtknöpfe sind bei Erioglossum und Aphania saftig drupös, zum Theile geniessbar (Erioglossum rubiginocum — sieh „über Sapindus etc. p. 248 —, Aphania senegalensis, rubra — sieh ebendort p. 239), bei den anderen Gattungen entweder lederartig, nämlich bei Hebecoccus, oder crustös, bei Thraulococcus und Aphanococcus. Bei der letztgenannten Gattung, welche, wie Hebecoccus, nur durch eine Art, dem von Riedel in Nord-Celebes gesammelten A. celebicus m. (s. Durand Index Gen. p. 74), repräsentirt und mit dem auch sonst ähnlichen Hebecoccus ferrugineus durch eine warzenartige Beschaffenheit der in das Blatt eingesenkten Drüsen ausgezeichnet ist, sind die Fruchtknöpfe nur durch seichte Furchen geschieden, so dass durch diese Gattung der Uebergang zur nächst folgenden Gruppe gebildet wird.

Durch die Frucht erinnert Erioglossum stark an Allophylus, neben welche Gattung Blume Erioglossum gestellt hatte, und auch dadurch zeigt Erioglossum Anklang an die mit Allophylus verschwisterten und zu den Paullinieen hinführenden Gattungen, dass sie symmetrische Blüthen mit hoch entwickelten kappenförmigen und kammtragenden Blumenblattschuppen besitzt. Eine so weit

gehende Annäherung an die Paullinieen, wie die Gattung Erioglossum bei Bentham & Hooker gefunden hat (sie folgt dort, wenn man die unhaltbar gewordenen Gattungen Castanella, Enourea, Hemigyrosa und Dittelasma, sowie die ganz deplacirte Cupanieen-Gattung Diploglottis abrechnet, mit Valenzuelia unmittelbar auf Paullinia), scheint mir aber dadurch noch nicht gefordert zu sein, da diese Gebilde, wie ich schon früher gezeigt habe („über Sapindus etc. p. 255 ff.) wesentlich Einrichtungen physiologischer Bedeutung sind (— Saftdecken, und ihre Kämme Saft- oder Pollenmale und Pollendecken, namentlich da, wo die Kämme die Antheren erreichen, sie umgeben und ihre Farbe theilen), gleichwie auch der symmetrische Blüthenbau eine den Blüthenbesuch durch gewisse Insekten erleichternde physiologische Einrichtung ist. Beides sind Verhältnisse, die in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen — z. B. auch bei den Erythroxyleen, die darum freilich auch schon den Sapindaceen nahe gerückt worden sind — vorkommen und sich herausbilden können, wenn darin das gleiche physiologische Bedürfniss sich geltend macht und überhaupt (der ganzen Organisation nach) in analoger Weise seine Befriedigung finden kann. Das durchaus anders gestaltete Blatt lässt die Gattung Erioglossum doch als näher mit Aphania denn mit Allophylus verwandt erscheinen und sie würde vielleicht bloss als eine Section von Aphania aufgefasst werden können, ähnlich wie die Section Dittelasma von Sapindus, wie die Sectionen Loxothouinidium und Pseudatalaya von Thouinidium und Atalaya, wenn nicht, wie in den Blumenblattschuppen, so auch in dem feineren Baue der Frucht, besonders gegenüber dem bei Aphania cartilaginösen Endocarpe (sieh „über Sapindus" etc. p. 239), tiefer gehende Unterschiede vorhanden wären.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass die Früchte der Aphanieen, wie auch schon die von Sapindus und wie

auch die der Lepisantheen und Nephelieen, zu theilweisem, früher oder später eintretendem Fehlschlagen ihrer Fächer hinneigen; ferner dass ihr Blatt, wie auch das vieler Lepisantheen im trockenen Zustande durch eine bleigraue, seltener durch eine gelbgrüne, unterseits auch wohl in das Bräunliche ziehende Farbe ausgezeichnet zu sein pflegt, eine Eigenthümlichkeit, welche hauptsächlich durch das Vorkommen besonderer Stoffe in der Epidermis des Blattes bedingt zu sein scheint. Von den (ausser bei Erioglossum) in das Blatt eingesenkten Drüsen der Aphanieen war schon bei der vorausgehenden Gruppe die Rede.

(Zu Trib. V.) Einen besonderen Typus stellen mit Rücksicht auf ihre Frucht, deren innere Gliederung (Fachbildung) auch äusserlich noch deutlich durch Längsfurchung und Lappung hervortritt, deren Fächer aber nicht mehr zu förmlichen Fruchtknöpfen ausgebildet sind, die Gattungen Lepisanthes und Otophora dar und werden so geeignet, den Kernpunkt einer besonderen Gattungsgruppe, der Lepisantheen, zu bilden, die sich zwischen die Gattungen mit coccaten Früchten — die Sapindeen und Aphanieen — und jene mit äusserlich gar keine Gliederung mehr verrathenden Früchten — die Melicocceen — einschiebt und mit diesen und jenen den Mangel arillöser Bildungen theilt. Blume hatte diese Gattungen direct den Melicocceen einverleibt, welchen er auch die mit Arillus versehene Gattung Schleichera — den jetzigen Kernpunkt der Schleichereen — zugezählt hatte, wie er denn in ähnlicher Weise auch die durch arillöse Bildungen ausgezeichneten Nephelieen — Gattungen Nephelium, Xerospermum u. s. w. mit Sapindus in eine Gruppe der Sapindeen zusammengestellt hatte (sieh oben p. 223). So wenig als letzteres jetzt, nachdem man die hier vorhandenen Unterschiede in der Beschaffenheit des Kelches, der Blumenblätter, des Pericarpes und hinsichtlich der eben erwähnten Arillus-Bildung

für alle Theile der Familie besser hat würdigen gelernt, mehr gebilligt werden kann, und so sehr als eine Hervorhebung der Nephelieen als besonderer Gruppe gegenüber der der Sapindeen sich desshalb empfiehlt, so geeignet erscheint es auch, die den Melicocceen durch die Beschaffenheit ihrer Frucht sonst allerdings sehr nahe stehende Gattung Schleichera von denselben abzutrennen und sie unter Angliederung der inzwischen bekannt gewordenen Gattungen mit ähnlicher Frucht- oder Samenbeschaffenheit zu einer besonderen Gruppe zu erheben. Aber auch nach dieser Abtrennung würde das Typische der Melicocceen, wie es sich in dem Fruchtbaue von Talisia und Melicocca zu erkennen gibt, noch nicht deutlich hervortreten, wenn man, wie Blume, Gattungen wie Lepisanthes und Otophora mit äusserlich noch sehr deutlich hervortretender Fruchtgliederung damit zusammenstellen wollte, und da diese Gliederung andererseits auch wieder erheblich abweicht von der der Sapindeen und Aphanieen, so ist wohl das allein Richtige, den betreffenden Gattungen als besonderer Gruppe eine intermediäre Stellung zwischen den Aphanieen und Melicocceen einzuräumen. Dabei wird allerdings für einzelne Gattungen dieser oder der Nachbargruppen die Entscheidung über ihre Stellung hier oder dort eine nicht ganz leichte — so für Aphanococcus einerseits, für Glenniea und Castanospora andererseits. Das ist aber, wo eine Gruppe vermittelnder Stellung gegeben ist, nicht wohl anders möglich und dient nur dazu, ihren vermittelnden Charakter in helles Licht zu setzen.

Vorangestellt mag in der Gruppe der Lepisantheen den schon genannten beiden Gattungen, Lepisanthes und Otophora, die mit einer pergamentartigen Flügelfrucht versehene und durch die Gestaltung dieser Frucht einigermassen an Urvillea erinnernde Gattung Zollingeria sein, welche mit eben jenen Gattungen Lepisanthes und Otophora

der indisch-malaischen Flora angehört, während alle übrigen Lepisantheen-Gattungen dem africanischen Gebiete, sei es dem Festlande, sei es den Inseln, eigen sind. Die Frucht von Zollingeria, welche der Autor der Gattung, Kurz, sich als septicid aufspringend dachte, welche aber wohl nur spät unter dem Einflusse der Verwitterung zerfallen dürfte, ist grösser als die der übrigen Gattungen dieser Gruppe, 5 cm lang, 3 cm breit. Der auch von Kurz schon ausdrücklich als arilluslos bezeichnete Same (s. Journ. Asiat. Soc., 1875, p. 182) ist locker behaart.

Bei Zollingeria tritt, was Kurz entgangen ist, symmetrische Blüthenbildung auf und eine an die von Erioglossum und gewissen Thouinieen erinnernde Bildung annähernd kappenförmiger, an der ausgerandeten Spitze übergebogener, einen kurz zweiknöpfigen Kamm tragender Blumenblattschuppen.

Aehnliches bezüglich der Symmetrie und der Blumenblattschuppen findet sich auch bei Arten von Lepisanthes (Sect. Anomosanthes) und, was die africanischen Gattungen betrifft, bei Chytranthus, Pancovia und Plagioscyphus, woselbst überall bald ungetheilte, bald zweitheilige Blumenblattschuppen vorkommen mit öfters gekerbtem oder krausem Rande und verschiedenartig entwickeltem Kamme, der bei Chytranthus Mannii als verbindende Längsleiste zwischen dem Blumenblatte und seiner Schuppe ausgebildet ist.[1]) Bei

1) Auch bei Chytranthus Prieureanus Baill. ist das theilweise zu beobachten.

Bei einer dritten, neuen Art dagegen, welche sich vor den anderen beiden durch Auftreten borstlicher Haare an den Nerven und Venen der Blattunterseite und in Form eines filzig dichten Ueberzuges an dem (20 cm) langen Blattstiele und der Blattspindel auszeichnet und welche desshalb Chytranthus setosus genannt sein mag, fehlt der nach abwärts gebogenen Blumenblattschuppe ein Kamm. Zu Hause ist diese neue Art im westlichen, tropischen Africa am Flusse „Old Calabar“, woselbst sie von Mann im Februar 1863 im blühenden Zustande gesammelt wurde (coll. n. 2281; Herb. Kew).

den übrigen Gattungen dagegen erscheinen die Blumenblattschuppen und weiter die Blumenblätter selbst mehr und mehr reducirt bis zum endlichen Verschwinden derselben bei Placodiscus, Melanodiscus und Crossonephelis, ein Verhältniss, welches von hier ab in den folgenden Gruppen der Eusapindaceen sich wiederholt: in der Tribus der Schleichereen bei Schleichera, Lecaniodiscus und Haplocoelum, unter den Nephelieen bei Arten von Nephelium und Alectryon, bei Heterodendron, Podonephelium und Stadmannia, unter den Cupanieen bei Dictyoneura und Arten von Jagera und Mischocarpus. Da eine gleiche Reduction in der Blumenblattbildung auch im Fortschreiten von den ersteren zu den letzteren Gruppen der Dyssapindaceen zu beobachten ist (sieh oben in der Charakteristik der Familie, p. 176) so darf darin einiger Zusammenhang mit den übrigen verwandtschaftlichen Verhältnissen vermuthet und eine Bestätigung für das Naturgemässe der betreffenden Gruppenreihen gesehen werden.

Die Frucht von Lepisanthes ist derb lederig bis corticos und fast holzig; die von Otophora, mit im oberen Theile unvollständig entwickelten Scheidewänden (ein Verhältniss, welches sich bei Melicocca wiederholt), beerenartig fleischig, zum Theile geniessbar (O. fruticosa, sieh „über Sapindus etc.“ p. 248), oder trockenfleischig bis crustös. Bei beiden Gattungen sind die Fächer gewöhnlich ebenmässig entwickelt.

Ausgezeichnet ist Otophora weiter — worauf Blume durch den Namen hindeuten wollte — durch die (nur sehr ausnahmsweise, bei einzelnen Exemplaren nämlich von O. fruticosa — sieh die Rede über die anatomische Methode, 1883, p. 50 — fehlende) blattohren- oder nebenblättchenartige Entwicklung der untersten Fiederblättchen (ein Verhältniss, welches sich auch bei einer neuen

Art von Placodiscus, P. pseudostipularis m.[1]), und bei den Nephelieengattungen Otonephelium und Pometia wiederfindet[2]). Durch die regelmässigen Blüthen knüpft Otophora, wie auch durch den Habitus, an die Aphanieen-Gattung Aphania in ähnlicher Weise an, wie die bisher genannten Gattungen mit unregelmässigen oder meist unregelmässigen Blüthen und zum Theile kappenförmigen Blumenblattschuppen, wovon schon im Vorhergehenden (p. 240) die Rede war, an Erioglossum.

Bei Chytranthus und Pancovia (beide mit eigenthümlicher Haarbildung, s. unten im VIII. Abschnitte, die erstere Gattung ferner ausgezeichnet durch das rückwärts verbreiterte Connectiv der fast basifixen Antheren), bei Lychnodiscus, Placodiscus und Crossonephelis ist die Frucht ähnlich wie bei Lepisanthes, die Fächer aber, ausser bei

---

1) Diese im Namen schon ausgedrückte Eigenthümlichkeit mag hier zur vorläufigen Charakterisirung von Placodiscus pseudostipularis genügen unter Anfügung der Angabe, dass dieselbe im westlichen, tropischen Africa, an der Goldküste zu Hause ist, und durch Capitain Burton und Commodore Cameron an das Herbarium in Kew gelangte.

2) Aehnliches bei Gewächsen aus anderen Familien ist bekannt bei den Meliaceen (Arten von Dysoxylon, z. B. D. otophorum Miq., D. Pancheri C. DC. var. subsessilifolium C. DC.; Arten von Trichilia, z. B. T. pseudostipularis C. DC., T. riparia Mart.), bei den Burseraceen (Arten von Canarium), bei den Simarubaceen (Arten von Picrasma) und nach Angaben in Benth. Hook. Gen. auch bei den Anacardiaceen (nur in der Familiencharakteristik und ohne Bezeichnung bestimmter Gattungen erwähnt) und bei den Bignoniaceen („e. g. Anemopaegma“; auch Colea scheint hieher zu gehören).

Etwas anderes sind die nebenblattartigen Gebilde bei den Quiineen, nämlich zwischen die in Wirteln stehenden Blätter heraufgerückte Niederblätter, welche bei Unterdrückung eines Blattes auch paarweise auftreten können (s. Touroulia decastyla m. in Sitzungsb. k. b. Acad., 1889, p. 218).

der erstgenannten Gattung mit essbarer Frucht, gewöhnlich bis auf eines in der Entwicklung zurückbleibend (sieh „über Sapindus etc.“ p. 269—71). Der Grösse nach schliessen sich die Früchte von Chytranthus, Lychnodiscus, Pancovia und Lepisanthes in absteigender Ordnung denen von Zollingeria an. Von Melanodiscus, Plagioscyphus und Cotylodiscus ist die Frucht unbekannt und von Smelophyllum ist sie wenigstens mir nicht bekannt geworden. Bei Melanodiscus ist übrigens bei der nahen Verwandtschaft mit Crossonephelis eine Uebereinstimmung in der Frucht mit dieser Gattung kaum fraglich. Für Smelophyllum wird von Harvey und Sonder die Frucht beschrieben als „fleischig, aus 1—2, je kirschgrossen, 1-samigen Carpellen bestehend“, wornach auf eine Verwandtschaft dieser monotypischen Gattung mit Deinbollia geschlossen werden könnte. Da die Pflanze aber sonst zu Deinbollia keine nähere Verwandtschaft verräth, so schien es mir namentlich mit Rücksicht auf den Kelch, von dessen Beschaffenheit bei der nächsten Tribus Erwähnung geschehen soll, und mit Rücksicht auf das Auftreten von Schülferchen bei ihr, wie bei Lychnodiscus, endlich mit Rücksicht auf die Unzuverlässigkeit der Angaben in Harvey & Sonder's Fl. capensis (in welcher z. B. für Sapindus Saponaria der Arillus der Samen als statt Seife verwendbarer Theil bezeichnet wird, obwohl die Samen von Sapindus einen Arillus gar nicht besitzen) angemessener, sie vor der Hand der ganzen Reihe erst sehr unvollständig gekannter, africanischer Gattungen beizuordnen, welche den Schluss der Lepisantheen bilden. Ausser durch das erwähnte schülferchenartige Indument (welches auch bei gewissen Schleichereen, Nephelieen und Cupanieen sich findet) ist Smelophyllum ausgezeichnet durch einen reichen Gehalt saponinartiger Substanz in besonderen Zellen des Blattes (wornach ihr Name gewählt wurde).

Charakteristisch für Lychnodiscus ist der gleichsam verdoppelte, einem kurzen Handleuchter ähnliche Discus, die trichterförmige Gestalt der Blumenblätter und das 10-gliederige Androecium; für Placodiscus, Melanodiscus und Crossonephelis das Fehlen der Blumenblätter und dazu für Melanodiscus der dunkelpurpurfarbige Discus (mit 7—8 Staubgefässen im Centrum); für Crossonephelis weiter die 4-Gliederigkeit der Blüthe in Kelch und Androecium, die aber auf das Gynöcium sich nicht erstreckt.

Plagioscyphus ist ausgezeichnet durch einen schief becherförmigen Discus mit 5-seitig prismatischem Stiele in der symmetrischen Blüthe; Cotylodiscus endlich durch grössere, aus der korkigen Rinde des Stammes hervorbrechende Blüthen mit napfförmigem, innen (wie auch bei einzelnen Gattungen der folgenden Gruppen — Lecaniodiscus, Eriocoelum und Delavaya) durch den Druck der Staubgefässe rippig gestreiftem Discus und durch dornig gezähnte Blättchen. Diese beiden, den Schluss der Gruppe bildenden Gattungen, Plagioscyphus und Cotylodiscus, sind durch Papillen-Bildung an der unteren Seite der Blättchen ausgezeichnet (sieh weiteres darüber bei den Nephelieen).

(Zu Trib. VI.) Der Typus der Melicocceen findet sich am vollkommensten in den beiden americanischen Gattungen Melicocca und Talisia ausgeprägt, die erstere mit nur zwei, die letztere mit etwas über 30 Arten, zum Theile mit einfachem, geradem Stamme und grosser terminaler Blüthenrispe, das absatzweise sich entwickelnde Laub im jungen Zustande von röthlicher Farbe und schlaff herabhängend, wie bei den Arten der Leguminosengattung Brownea, mit welcher Talisia-Arten in unseren Gärten mehrfach zusammengeworfen worden sind (s. Oliver über Talisia princeps in Hook. Ic. Pl., IV. Ser., III, p. 3, tab. 1769, May 1888).

Die ellipsoidische oder eiförmige, corticos-fleischige, ungefähr haselnussgrosse Frucht dieser beiden Gattungen, welche von Melicocca, wie zum Theile auch von Talisia (sieh „über Sapindus etc." p. 248) essbar ist, lässt die innere Gliederung äusserlich kaum mehr hervortreten, auch nicht bei ebenmässiger Ausbildung der Fächer, von welchen aber bei Talisia häufiger 2 in der Entwicklung stehen bleiben, durch den einzigen sich entwickelnden Samen zur Seite und an die Basis der Frucht gedrängt und so zu fast spurlosem Verschwinden gebracht. Bei Melicocca, in deren nur 2-fächeriger Fruchtanlage die Scheidewand nach oben unvollständig ist (wie bei Otophora in der vorigen Gruppe), sind die Blumenblätter zum Theile schuppenlos; bei Talisia — abgesehen von der einen Uebergang bildenden, nur 3-gliedrigen Section Racaria, mit nur geöhrten Blumenblättern, und von der nur 1-gliedrigen Section Cotopais, mit sehr kurzer Schuppe — mit einer dem Blumenblatte selbst an Länge gleichkommenden, aufrechten, zungenförmigen, oft zweispaltigen Schuppe versehen, welche auf der dem Centrum der Blüthe zugekehrten Seite mit einem dichten Haarüberzuge bedeckt ist. Die Fruchtwand von Talisia ist von dichtgestellten Sclerenchymzellenbündeln in radiärer Richtung durchzogen, deren äussere Enden ihr nach dem Trocknen ein gekörneltes Ansehen verleihen. Ebensolche Körnelung bedingen bei Melicocca kürzere Gruppen derartiger Zellen. Der Same besitzt, wie ich schon früher hervorgehoben habe (s. „über Sapindus etc.", 1878, p. 343), bei beiden Gattungen keinen Arillus, dafür aber eine drupöse Schale, deren fleischiger Theil wohl hauptsächlich das Geniessbare an der Frucht bildet.

Glenniea in Indien und Castanospora (mit unterseits papillösen Blättern) in Australien haben kaum oder doch nur wenig grössere (im getrockneten Zustande) crustöse, annähernd kugelige Früchte, die von Castanospora durch

schwache Furchung noch an die Fruchtbildung der Lepisantheen erinnernd, während der kurze Kelch mit annähernd offener Knospenlage, welcher die Antheren schon vor der Streckung der Staubfäden nicht mehr zu decken vermag und welcher sich in den folgenden Tribus der Schleichereen, Nephelieen und Cupanieen noch mehrfach findet, die Gattung diesen zu nähern veranlasst. Bei den vorausgehenden Tribus ist der Kelch fast stets aus starkgewölbten und deutlich imbricirten Theilen gebildet, einzelne Gattungen, wie Thinouia und besonders Diatenopteryx, dann Smelophyllum und Melanodiscus ausgenommen, bei welchen die Kelchtheile schmal und spitz 3-eckig sind, aber doch die Knospe meist noch vollständig decken.

Von den zwei africanischen Gattungen Eriandrostachys und Macphersonia hat die letztere eine dünn crustöse, kaum bohnengrosse Frucht. Von der ersteren ist die Frucht noch nicht bekannt und ihre dem Habitus nach bewerkstelligte Unterbringung an diesem Platze desshalb eine noch nicht ganz gesicherte.[1]) Macphersonia[2]) ist ausgezeichnet

1) Bemerkt mag hier sein, dass Baillon, der Autor der in Rede stehenden Gattung Eriandrostachys, die (5) bisquamulaten Blumenblätter derselben übersehen hat. Von den 5 Kelchtheilen sind die 3 inneren verkehrt eiförmig und am Rande blumenblattartig, in der Mitte behaart; die zwei äusseren eiförmig, spitz und ganz behaart. In den Angaben Baillon's: „calyce masculo 5—6-partito, foliolis . . exterioribus 2, 3 . . .“ (s. Hist. d. Pl., V, 1874, p. 405) erklären sich die höheren Zahlen wohl daraus, dass noch eines der den äusseren Kelchblättern sehr ähnlichen Vorblätter, welche dicht an den Kelch herangerückt sind, zu diesem hinzugerechnet worden ist.

2) Für Macphersonia werden die Blumenblätter, wie schon von Blume, so auch von Bentham und Hooker und von Baillon l. c. p. 402 als schuppenlos und dabei von Blume als „2- vel inaequali-3-fida“, von Baillon als „inaequali-lacera“ bezeichnet. Sie sind jedoch mit 2 deutlich ober dem Nagel, vor der Lamina entspringenden, abstehenden, dicht behaarten Schuppen versehen,

durch doppelt gefiederte Blätter, wie auch die ihr zur Seite stehende Gattung Tristiropsis aus Oceanien, während die ebendort einheimische Tristira einfach gefiederte Blätter

---

welche in den erwähnten Angaben nur unrichtig gedeutet erscheinen. Unrichtig ist ferner bei Baillon der Beisatz „vel petala nulla."

Dabei bemerke ich, dass die von Baillon in Adansonia XI, 1874, p. 240 nach Exemplaren von Richard n. 631 aus Nossibé aufgestellte M. pteridophylla identisch ist mit der die Grundlage der Gattung bildenden M. madagascariensis Bl., welche wahrscheinlich auch von Richard herrührt und unter n. 394 von dem Pariser Museum an Blume mitgetheilt worden war. Ebendahin gehört auch Richard n. 322 im Hb. Franqueville und Richard n. 177 im Hb. Webb, ferner Boivin n. 2165 (ao. 1853) im Hb. Boissier, alle aus Nossibé.

Trotz dieser Identität von M. pteridophylla Baill. mit M. madagascariensis Bl. war es nicht unrichtig, wenn Baillon in seiner Histoire des Plantes, V, 1874, p. 402 die Zahl der Arten auf 2 angab, da ihm wirklich eine zweite, von ihm irrthümlich für die Blume'sche Art genommene Pflanze vorlag, nämlich Boivin n. 2166 aus Nossibé, welche später nach Exemplaren von Hildebrandt, n. 3245, aus Nosi-Komba (ao. 1879), von O. Hoffmann (Sertum Pl. madag., Festschrift . . . des Fr. Werder'schen Gymnasiums, 1881, p. 14) als M. Hildebrandti beschrieben worden ist, und zu welcher auch die von Hildebrandt an der Zanzibarküste bei Dâr es Salâm i. J. 1874 gesammelte Pflanze, n. 1240, sowie eine ebenda von Kirk im März 1868 mit reifer Frucht gesammelte zu rechnen ist.

Eine dritte, zugleich mit der zweiten von O. Hoffmann (a. a. O.) publicirte Art ist M. gracilis, coll. Hildebrandt n. 3124, ao. 1879, Nossibé.

Daran reihen sich nun 2 noch nicht publicirte Arten.

Die eine davon ist gegenüber der ihr anscheinend zunächst stehenden M. madagascariensis durch viel grössere, 4—7 cm lange, 2—3 cm breite, aber in geringerer Zahl, an jeder Fieder nämlich beiderseits nur zu 4—5 in alterirender Stellung auftretende Fiederchen und durch das Hervortreten der Inflorescenzen an den älteren, fingerdicken Zweigen ausgezeichnet und mag darnach Macphersonia cauliflora genannt sein. Sie wurde von Humblot auf Madagascar gesammelt (n. 590).

besitzt. Von den letzteren beiden Gattungen sind bisher nur Fruchtexemplare bekannt geworden. Ihre Früchte sind faserig-holzig, 3-seitig, ellipsoidisch mit schwach gefurchten Seiten, die von Tristira grösser, bis welschnussgross, mit flügelig gekieltem Fachrücken, der bei Tristiropsis nur eine scharfe Kante bildet (T. acutangula m. in Durand Index Gen. p. 76, auf den Salomonsinseln, coll. Guppy n. 272, Herb. Kew), oder selbst nur mit stumpfer Wölbung vorspringt (T. obtusangula m. ibid., auf den Marianen, coll. Gaudichaud, Herb. Paris.).

(Zu Trib. VII.) Die Schleichereen mit ebenfalls ungefähr haselnussgrossen Früchten sind kurz als Melicocceen mit arillösem Samen zu bezeichnen, wie er ausserdem unter den anomophyllen Eusapindaceen nur noch bei der folgenden Tribus der Nephelieen ausnahmslos, mit mehreren Ausnahmen aber auch noch bei der Tribus der Cupanieen vorkommt. Unter den nomophyllen Eusapindaceen ist, wie schon an den betreffenden Stellen bemerkt, deutliche Arillusbildung auf die Gattung Paullinia beschränkt, und kommt ausserdem nur sehr reducirt vor, als sogenannter „hilus macula arillosa notatus."

Die andere, Macphersonia laevis m., in der Sammlung von Baron aus Central-Madagascar unter n. 2980 enthalten, schiebt sich zwischen M. Hildebrandti und M. gracilis ein und steht der ersteren durch die Beschaffenheit der Blüthen sehr nahe, besitzt aber kleinere und glattere Blättchen, auf deren Oberseite das bei M. Hildebrandti so deutliche Hervortreten des Venennetzes auch unter der Lupe nicht zu beobachten ist. Dadurch nähert sie sich der M. gracilis, welche aber durch kleinere Blüthen, behaarte Blattspindeln und mit kleinen Aussendrüsen an der Unterseite besetzte Blättchen abweicht.

Bemerkenswerth ist, dass bei allen diesen Arten, mit alleiniger Ausnahme von M. madagascariensis die Pallisadenzellen wiederholt der Quere nach getheilt sind.

Den Typus bildet Schleichera[1]) im tropischen Asien, mit kleinen, Nephelium-artigen, blumenblattlosen Blüthen und kurz eiförmiger oder fast kugeliger, kahler, Talisia-artiger Frucht, welche mit bald vereinzelten, bald zahlreichen spitzen Fortsätzen versehen ist, wie das in verschieden modificirter Weise namentlich bei den Nephelieen sich wieder findet. Lecaniodiscus im tropischen Africa hat ebenfalls eine äusserlich der von Talisia ähnliche Frucht, mit kurzer, dichter Haarbedeckung, und blumenblattlose Blüthen. Die Frucht enthält, auch in den abortirten Fächern, eine alle Theile überziehende Gallertmasse, welche von einer Verschleimung der Zellwände haarartiger Gebilde des Endocarpes herzurühren scheint. Haplocoelum in Südafrica, mit dünnschaliger, eiförmiger oder dreikantig-ellipsoidischer Frucht[2]), ist dadurch ausgezeichnet, dass die innere Gliederung der Frucht nicht durch unterbleibende Fortbildung einzelner Fächer, sondern durch ein frühzeitiges Auseinanderweichen der Scheidewände in der Fruchtaxe aufgehoben wird. Blumenblätter fehlen. Pseudopteris in Madagascar, mit länglich eiförmiger, an die von Lecaniodiscus erinnernder Frucht

1) Mit der einzigen Art Schleichera trijuga W. Was sonst noch auf die Gattung bezogen wurde, gehört zu Otophora (Sch. amoena Walp.), gewissen Cupanieen (s. über Cupania p. 544) oder selbst zu den Meliaceen (s. ebenda p. 593) und Burseraceen (s. Serj. Suppl. p. 60).

2) Die letztere Fruchtgestalt zeichnet die neue Art H. trigonocarpum m. aus, welche wie die früher (Sitzungsb. 1878, p. 336) beschriebene, H. inopleum m., auf Zanzibar sich findet und dort nach Ausweis des Herb. Kew i. J. 1868 von Dr. Kirk mit Früchten gesammelt worden ist. Ausserdem sind in Kew auch noch Blüthenexemplare aus Mombasa vorhanden, im November 1884 von Rev. Th. Wakefield gesammelt. Ausser durch die Fruchtgestalt ist diese Art auch durch kleinere, nur 3—5 cm lange, 1,6—2,2 cm breite Blättchen ausgezeichnet, welche, wie bei H. inopleum, von Sklerenchymfasern durchzogen sind.

mit crustös corticoser Schale, ist durch die stark entwickelten „Glandulae disci“ vor den kaputzenförmig sie umfassenden Blumenblättern und durch ein haplostemones Andröcium ausgezeichnet; weiter durch ein vieljochiges Blatt.

(Zu Trib. VIII.) Wie die Schleichereen an die Melicocceen, so knüpfen die Nephelieen durch die Form ihrer Früchte, mit häufig nur einzeln zur Ausbildung gelangenden Fruchtknöpfen, an die Sapindeen, und mit Rücksicht auf das Unterbleiben einer Ablösung der Fruchtknöpfe nach bestimmten Spaltflächen noch mehr an die Aphanieen, oder bei geringerer Ausprägung der Fruchtknöpfe, wie sie z. B. Alectryon connatus zeigt, an die Lepisantheen an, von welchen Gruppen sie durch den arillösen Samen verschieden sind. Dazu kommt die schon oben erwähnte Knappheit des Kelches bei sehr geringer Grösse der Blüthen, Kleinheit der stets schuppenlosen Blumenblätter oder vollständiges Fehlen derselben und ein Schwanken in der Zahl der Staubgefässe zwischen 4 und 8, oft bei derselben Art. Den Blättern kommen die kleinen Aussendrüsen, welche bei Stadmannia schildförmig gestaltet sind, oft nur spärlich zu. Vielfach ist den Blättern eine papillöse Unterseite eigen von mattem Aussehen, nämlich bei Euphoria, Otonephelium, Pseudonephelium, Litchi, Nephelium (das so oft verkannte N. lappaceum durch fleckenweisses Auftreten auf's beste kennzeichnend), bei Arten von Alectryon und bei Podonephelium Homei (sieh holländ.-ind. Sapindac. p. 70, 77, 93). Dieselbe findet sich übrigens auch bei Atalaya hemiglauca und variifolia, bei zwei Lepisantheen (Plagioscyphus und Cotylodiscus, bei welchen die Papillen in der Umgebung der Spaltöffnungen auftreten und unter seitlicher Verbindung diese überwölben), einer Melicoccee (Castanospora) und bei einigen Cupanieen (bei einzelnen Arten nämlich von Cupania, bei Dilodendron

in geringem Masse, bei fast der Hälfte der Guioa-Arten, bei Storthocalyx und Gongrodiscus; s. „über Cupania", 1879, p. 482, 569, 607 etc.).[1])

---

1) Eine derartige Papillenbildung oder starke Sculptur der Cuticula nebst Wachsüberzug derselben ist es, wodurch das opake, glauke, pruinose Aussehen der Blattunterseite bei den verschiedenartigsten Gewächsen bewirkt wird.

Die erstere findet sich unter anderem auch bei Drimys granatensis L. J. (Magnoliac.); Mahonia repens G. Don und M. trifoliata Cham. (Berberid., nach Vesque Tissus etc. in Arch. Mus., 2. sér., IV, 1881, p. 48); Crataeva Nurvala Ham. (Capparid., s. Vesque Epharmosis I, 1887, tab. 74 fig. 1 und 2); Idesia polycarpa Maxim. (Bixac.); Spiranthera odoratissima St. Hil. (Rutac.); Brunellia comocladifolia Kunth, Alvaradoa Liebm. (Simarubac., s. oben p. 149); Protium Riedelianum Engl. (Burserac.); Eckebergia Rüppeliana A. Rich., Walsura hypoleuca Kurz, W. Piscidia Roxb., W. tabulata Hiern etc. (Meliac.); Cliftonia sp. (Cyrilleae); Akania Hillii Hook. f. (Staphyleac., s. oben p. 137); Rhus semialata Murr. und R. acuminata DC. (Anacard.); Pseudoconnarus fecundus Radlk., Rourea revoluta Planch. und R. subtriplinervis Radlk., Cnestis ramiflora Griff. (Connarac., s. Radlk. in Sitzungsber. etc. 1886, p. 351 etc. und oben p. 200); Cotoneaster buxifolia Wall. (Pomac., nach R. Gérard, l'anatomie comparée végétale appliquée à la Classification, Paris 1884, tab. II fig. 12); Ophiocaulon cissampeloides Mast. (Passiflor.); Aralia hypoleuca Bl., A. canescens Sieb. & Zucc. (Araliac.); Arbutus petiolaris H. B. K. (s. Niedenzu in Engler's Jahrb. 1889), Agauria sp., Erica sp., Rhododendron sp. (Ericac.); Diospyros discolor W. (Ebenac., s. die Abbild. von Vesque, Gamopetales etc., in Ann. sc. n., 7. sér., I, 1885, tab. XIII fig. 2 und dessen Angaben in Tissus etc., Arch. Mus. 2. sér., IV, 1881, p. 15); Fraxinus acuminata Lam. (Oleac.); Alstonia scholaris R. Br. (Apocyn.; s. Vesque Gamopet. etc. l. c. p. 287); Logania floribunda R. Br. und L. angustifolia Sieb. (Loganiac.); Thottea sp. (Aristoloch.); Myristica sp. (Myristicac.); Lomatia ferruginea R. Br. (Proteac.); Santalum album L. (Santal.); Amanoa oblongifolia Müll. Arg. (Euphorb.).

Die Spitze der Papillen ist häufig in ein kreis- oder sternförmiges Krönchen oder Knötchen ausgebildet, von welchem Cuticular-

Den Kernpunkt der Gruppe bildet die Gattung Nephelium, mit welcher manche Autoren die übrigen Gattungen der Gruppe geradezu verschmolzen wissen wollten, daraus eine sogenannte Collectivgattung an Stelle einer Tribus bildend, welches Vorgehen, wenn es auch nicht zu billigen ist, doch in so fern hier als ein erwünschtes bezeichnet werden kann, als es einen weiteren Hinweis auf die Natürlichkeit der Gruppe überflüssig macht. Ganz das Gleiche gilt auch für die Gruppe der Cupanieen, mit deren als Kernpunkt sich wie von selbst darbietender Gattung Cupania früher ebenfalls alles, was sich naturgemäss um sie gruppirt, mehr oder weniger zusammengeworfen wurde, ähnlich wie das auch, worauf schon bei den Aphanieen hingewiesen worden ist, mit der Gattung Sapindus der Fall war.

Durch die Gattungen mit sich öffnenden Fruchtfächern verrathen die Nephelieen, wie in den schon hervorgehobenen Eigenschaften der Blüthe nahe Beziehungen zu den Cupanieen, welchen sie auch im Habitus sehr ähnlich sind, so dass gewisse Nephelieen schon mehrfach als Arten von Cupanieen-Gattungen aufgefasst worden sind (so Xerospermum glabratum als Cupania glabrata,

leisten herablaufen und von einer Papille zur anderen sich fortziehen (s. z. B. Idesia und die Abbildung von Vesque für Crataeva Nurvala). Bei Amanoa sind die Papillen dickwandig und mit Tüpfelcanälen versehen, selbst an der Spitze.

Bei den zahlreichen Pflanzen mit starker Sculptur der Cuticula treten die erhabenen Theile mitunter in Form linienartiger und verästelter Kämme so stark hervor, dass sie sich selbst dem Gefühle durch schwach sammtartige Beschaffenheit der betreffenden Fläche (ähnlich wie bei frisch durchschnittenem Korke) zu erkennen geben. So bei den Arten von Oxythece (Sapotac.) und bei einer anscheinend neuen Ilex-Art aus Borneo in der Sammlung von Beccari, n. 1482.

Alectryon subcinereum als Cupania subcinerea, Podonephelium Homei als Ratonia Homei, Stadmannia Sideroxylon als Cupania Sideroxylon) und umgekehrt Cupanieen als Arten von Nephelieen-Gattungen (so Guioa semiglauca als Nephelium semiglaucum, Arytera Leichhardtii als Euphoria Leichhardtii, Arytera divaricata als Nephelium divaricatum u. s. w., Cupania vernalis als Stadmannia sorbifolia u. s. f.).

Die Nephelieen-Gattungen lassen sich, so viel nach den vorhandenen Materialien zu ersehen und zu erschliessen ist, in 4 Gruppen bringen. Die erste derselben, mit Euphoria, Otonephelium, Pseudonephelium und Litchi, ist ausgezeichnet durch den freien, fleischigen, zuckerhaltigen, geniessbaren Arillus des ungefähr haselnussgrossen Samens und einen fast geraden Embryo mit punktförmigem, an der Basis des Samens gelegenem Würzelchen; Euphoria dabei durch einen grösseren imbricirten Kelch und allein unter allen Nephelieen durch Sternhaare, Litchi, welcher wegen der Aehnlichkeit seiner Frucht mit der von Euphoria gleich nach dieser genannt sein mag, durch kleinen, klappigen Kelch und blumenblattlose Blüthen, Otonephelium durch schwach imbricirten Kelch und blattohrenartige unterste Fiederblättchen, wie bei Otophora (s. oben p. 241), Pseudonephelium ohne solche, bisher zwar erst in Blüthenexemplaren bekannt, aber von solcher Aehnlichkeit in der Beschaffenheit des Kelches und in der Structur des Blattes mit Otonephelium, dass ihre Einreihung an diesem Orte genügend gesichert erscheint. Die zweite Gruppe, mit Xerospermum, Nephelium und Pometia, welche ungefähr pflaumengrosse Früchte besitzen, ist gekennzeichnet durch einen sogenannten angewachsenen Arillus, d. h. eine fleischige und saftige, den geniessbaren Theil der Frucht bestimmter Arten dieser 3 Gattungen bildende Aussenschichte der Testa, welche

Schichte sich auch über die allein nicht fleischige Umgebung der Micropyle mantelartig herüberlegt; Xerospermum weiter durch 4—5-gliedrigen, imbricirten (Cupania-artigen) Kelch und basiläres Würzelchen des gekrümmten Embryo mit in der Längsrichtung des Samens übereinander gelagerten, dickfleischigen Cotyledonen; Nephelium dagegen durch offenen, kleinen Kelch, zum Theile fehlende Blumenblätter und bis an den Scheitel des Samens von dem Nabel abgerückte Micropyle und ebenda gelegenes Keimwürzelchen; Pometia, hinsichtlich des Blattes an Otonephelium sich anschliessend, zeigt ein kaum halb so weit, wie bei Nephelium, von dem Nabel abgerücktes Keimwürzelchen und eine leichte Doppelquerfaltung des inneren Cotyledons, sowie eine glatte Frucht, während bei den übrigen bisher genannten Gattungen die lederige Fruchtschale mit kegelförmigen oder warzigen, bei Nephelium und Euphoria auch mit langen, als Weichstacheln erscheinenden Erhebungen dicht besetzt ist. Diese beiden Gruppen gehören dem indisch-malayischen Gebiete an. In der dritten Gruppe, mit Alectryon, Heterodendron und Podonephelium, aus dem malayischen und oceanisch-australischen Gebiete, ist der Arillus aus einer labyrinthisch gefalteten, lappigen (trocken in körnige Theile zerfallenden), fleischigen, nur der Basis des Samens angewachsenen, über den oberen glänzend glatten Theil des Samens nur hinübergeschlagenen Masse gebildet, unter deren Anschwellen endlich die Fruchtknöpfe der Quere nach zersprengt werden. Der Keimling ist spiralig eingerollt oder bei Arten von Alectryon auch nur gekrümmt; die Blumenblätter fehlen, ausser bei einigen Arten von Alectryon, dessen Arten, abgesehen von A. excelsus Gärtn., dem Titoki-Baume auf Neu-Seeland mit essbarer Frucht (resp. Arillus?) von Himbeergeschmack, meist als Arten von Nephelium, seltener von Cupania und Sapindus betrachtet worden sind, oder auch als Grundlagen besonderer Gattungen (Spanoghea Bl.,

Mahoe Hillebr.[1])) Bei Podonephelium ist die Frucht mit einem Carpophorum versehen. Heterodendron ist mehr habituell ausgezeichnet durch schmal linealische, ein-

1) Die von Hillebrand, Flora Hawaiian Isl., 1888, p. 86 als eine fragliche Gattung betrachtete und nach dem Eingeborenennamen „Mahoe" bezeichnete Pflanze ist durch die grosse, 3 cm im Durchmesser betragende, wahrscheinlich in der Regel aus nur 1 entwickelten Coccus bestehende Frucht vor allen anderen Alectryon-Arten ausgezeichnet und mag desshalb A. macrococcus genannt sein. Auch die Blättchen sind durch ihre Grösse — 26 cm Länge, 11 cm Breite — ausgezeichnet, ferner durch das Vorkommen von Hypoderm an der oberen Blattseite, was bei keiner anderen Art beobachtet ist.

Diese neue Art ist an die Spitze der ersten Section Eyalectryon (s. holl.-ind. Sap., 1877—78, S. A. p. 93) zu stellen.

Den zweiten Platz scheint, soviel sich aus der Gestaltung der Frucht und trotz des Fehlens von Blättern ersehen lässt, in derselben Section (Eualectryon) die folgende neue Art unmittelbar vor dem ihr nächst verwandten A. excelsus zu beanspruchen, nämlich:

Alectryon strigosus m.: Folia —; petala nulla; fructus obcordato-bilobi apice divaricato-excisi cocci juniores a lateribus compressi, maturi tumide rhomboideo-ellipsoidei, angulo exteriore superiore in cristam carinato-corniformem producto, ramique inflorescentiae pilis fuscis setosis dense strigoso-tomentosi. — In Novo-Guineae regione meridionali orientali legit Rev. James Chalmers; communicavit Ferd. v. Müller ao. 1886.

An das Ende der gleichen Section mit den schon früher (a. a. O.) aufgeführten weiteren Arten: A. excelsus Gärtn., A. carinatus m. und A. sphaerococcus m. ist ferner folgende, durch ihre nicht verschleimte Epidermis in dieser Section ausgezeichnete Art zu stellen:

Alectryon reticulatus m.: Folia 2—3 juga; foliola opposita vel alterna, sublanceolata, integerrima, apice obtuso subemarginata, in petiolulos longiores attenuata, reticulato-venosa, glabra, chartacea, supra nitidula, subtus opaca (non vero papillosa), epidermide non mucigera; petala nulla (?); fructus 1-cocci, juniores a lateribus compressi, maturi globosi, styli residuis apiculati, dorso linea elevata notati, pilis setulosis adpressis raris adspersa. — In insulis sinus „Papua-Golf" Novo-Guineae; communicavit Ferd. v. Müller ao. 1886 (collectore non indicato).

fache Blätter.[1]) Näheres über die Konstituenten dieser 3 Gruppen sieh in meiner Mittheilung über die Holländisch-indischen Sapindaceen (1877—1878). Die Gattungen der

---

Mit diesen 3 neuen Arten erhebt sich die Gesammtzahl der Arten dieser Gattung von 13 früher (a. a. O.) aufgeführten Arten auf 16.

Eine Uebertragung von der vierten in die fünfte Section hat nach den inzwichen mir bekannt gewordenen Originalien Alectryon coriaceus m. (Nephelium c. Benth.) zu erfahren, welcher dem Alectryon semicinereus m. zunächst steht und, wie dieser neben dem eben aufgeführten A. reticulatus allein durch eine nicht verschleimte Blattoberhaut ausgezeichnet ist. Er unterscheidet sich von A. semicinereus durch derbere, gewöhnlich nur 1-jochige Blättchen mit ganz kurzen Stielchen und durch dichtere Behaarung der Fruchtknöpfe. Ausser der von Bentham erwähnten Pflanze von Fraser (n. 202) aus Queensland, welche durch Fraser auch an Gaudichaud und das Pariser Museum, sowie von diesem an das Wiener Museum gelangt ist, findet sich diese Art im Herbarium zu Kew auch in Exemplaren vom Tweed River, New South-Wales, von C. Moore i. J. 1867 mitgetheilt.

Dass A? canescens DC. (Prodr. I, 1824, p. 617) nicht hieher gehört, wie schon Bentham (Flor. austr. I, 1863, p. 488) ausgesprochen hat, sondern, wie ich aus dem Herb. DC. zu ersehen Gelegenheit hatte, zusammenfällt mit Terminalia circumalata F. Müll., welche nun nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln als Terminalia canescens zu bezeichnen ist, habe ich schon in Durand Index, Add. p. 500, n. 2249 mitgetheilt (s. oben p. 129, Anm.).

Ich bemerke schliesslich, dass es mir angemessen erscheint, den Namen Alectryon (ἀλεκτρυών, Hahn), welchen Gärtner offenbar mit Rücksicht auf die nach seinen Worten „oben in einen Kamm zusammengedrückte“ Frucht der ihm bekannt gewesenen Art gewählt, entgegen seiner Bedeutung aber in dem Speciesnamen „A. excelsum“ als Neutrum behandelt hat, fortan, wie im Vorausgehenden und schon oben, p. 250, geschehen, als Masculinum zu gebrauchen.

1) In Bentham & Hooker Gen. und darnach auch in Baillon Hist. d. Pl. werden für Heterodendron auch „gefiederte Blätter“ angegeben. Mir sind solche nicht vorgekommen, auch bei H. diversifolium F. Müll. nicht, dessen Blätter gelegentlich mit ein paar dreieckigen Lappen versehen sind, so dass man sie etwa „pinnatifid“, wie Bentham in der Flora autral. I, 1863, p. 469, nennen kann, aber nicht mehr.

vierten Gruppe, Pappea aus Südafrica und Stadmannia aus Mauritius sind, wie die der dritten, durch ein folliculares Aufspringen der Frucht ausgezeichnet, welches hier aber nicht der Quere nach, sondern der Länge nach in der Mittellinie stattfindet. Bei beiden Gattungen ist in der Regel nur ein Fruchtknopf entwickelt, welchem die anderen beiden als Rudimente anhängen.[1]) Pappea besitzt einfache Blätter und Blüthen mit Blumenblättern, sowie eine (von den Colonisten als „Wilde Pruime" bezeichnete) Frucht mit essbaren Theilen (wahrscheinlich dem Arillus); Stadmannia gefiederte Blätter und Blüthen ohne Blumenblätter.

(Zu Trib. IX.) Die Cupanieen, welche auch Blume schon, wie die Melicocceen und andere, als besondere Tribus unterschieden hat, zeichnen sich in deren jetziger (namentlich durch Ausscheiden von Spanoghea Bl., d. i. Alectryon, und den zu Deinbollia und Lepisanthes gehörigen Theilen der im übrigen mit Guioa zusammenfallenden Gattung Hemigyrosa Bl. — s. über Cupania etc. p. 461 — geläuterten) Gestalt durch die loculicid in Klappen sich trennende Kapselfrucht mit etwas drupösem Pericarpe vor den übrigen Tribus der anomophyllen Eusapindaceen als eine einheitliche Gruppe sehr bestimmt aus, so bestimmt, dass man alles dahin Gehörige, soweit es früher bekannt war, schon mit dem Kernpunkte der Gruppe, der Gattung Cupania, in eine Collectivgattung zu vereinigen versucht hat. Sie verrathen durch ihren Habitus, die gewöhnlich regelmässigen, oft sehr kleinen und reducirten Blüthen, welchen theils die Blumenblätter überhaupt,

1) Sind ausnahmsweise, wie es in Maout & Decaisne Traité général de Botanique, Ed. 2., 1876, p. 338 für Stadmannia dargestellt ist, alle 3 Fächer entwickelt, dann hat die Frucht nach dem Aufspringen der Fächer allerdings einige Aehnlichkeit mit einer „in 3 Klappen aufspringenden Frucht", wie sie die genannten Autoren nennen, ist aber doch nicht ganz das Gleiche.

theils wenigstens Blumenblattschuppen fehlen (— mitunter sind diese nur durch seitliche, mehr oder minder blattohrenartige Anhängsel der Blumenblätter ersetzt), und die bei den meisten Gattungen auftretende Arillusbildung eine nahe Verwandtschaft mit den Nephelieen, so dass viele derselben, namentlich wenn auch noch eine coccat-lobate Gestaltung der Frucht hinzukommt, wie bei Arytera, geradezu als Arten von Nephelium oder anderen Nephelieen-Gattungen (s. oben p. 252, 253) bezeichnet worden sind.

Wie jenes Vorgehen die Einheit der Gruppe evident macht, so spricht das letztere für die Nothwendigkeit einer Gliederung derselben, resp. der ehemaligen Collectivgattung, in eine entsprechende Zahl von Gattungen, wobei das Richtige zu treffen zur Zeit freilich dadurch sehr erschwert ist, dass von vielen Typen nur sehr unvollständige Materialien vorliegen. In zweifelhaften Fällen erschien es mir rathsam, lieber der Gefahr zuweit gehender Sonderung als der zu weit gehender Zusammenfassung sich auszusetzen, da in etwa zu weit gehender Sonderung Getrenntes sich später leicht vereinigen, nicht aber ebenso einfach einmal Vereinigtes sich wieder trennen lässt.

Die mit der neuen Gattung Tinopsis und der erst hier zur Unterscheidung gelangenden Gattung Tripterodendron sich auf 36 entziffernden Gattungen dieser Tribus lassen sich, wie ich schon anderwärts des Näheren dargelegt habe (sieh „über Cupania etc.", Sitzungsberichte d. k. bayer. Academie, 1879, p. 462 ff.) zunächst nach der Beschaffenheit des Embryo in 2 Subtribus ordnen, in welchen, unter gleichzeitiger Rücksichtnahme auf die in den geographischen Verhältnissen sich aussprechenden Sonderungen, vor allem die Beschaffenheit des Kelches — als deutlich imbricirter Cupania-Kelch, als kaum imbricirter Blighia-Kelch und als offener Matayba-Kelch (sieh a. a. O. p. 466 ff.) — Anhaltspunkte zu weiterer naturgemässer Ordnung an die

Hand gibt, sodann das Verhalten des zweiten Blattkreises der Blüthe, der Blumenblätter (welche bald kammtragende Schuppen besitzen — Guioa, Euphorianthus, Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras, Toechima, Synima — bald kammlos, bald schuppenlos sind oder selbst fehlen — letzteres bei Dictyoneura, Arten von Jagera und Mischocarpus), weiter die Regelmässigkeit oder Unregelmässigkeit des Discus (letzteres bei Diploglottis, Arten von Guioa und in sehr geringem Grade bei Dilodendron), Besonderheiten im Androecium (Haplostemonie bei Tinopsis und Dictyoneura, vollständige Diplostemonie bei Laccodiscus und bei Diploglottis zuweilen), Besonderheiten des Samens (der meist einen ächten Arillus besitzt, seltener einen unächten, aus Schichten des Pericarpes bei Pseudima und Toechima, aus Schichten der Samenschale bei Synima und Aporrhiza, oder keinen bei Vouarana, Laccodiscus, Trigonachras?), Eigenthümlichkeiten des (bei einigen Gattungen diplecoloben) Embryo und diesen Momenten zur Seite stehend das anatomische und mikrochemische Verhalten des Pericarpes und des Blattes.

Der ersten Subtribus gehören nur americanische Gattungen an: zunächst Cupania und Vouarana mit deutlich imbricirtem (bei Vouarana blumenblattartigem) Kelche und am Rande zu Schuppen ausgebildeten Blumenblättern, die erstere aus etwas über 30 Arten mit arillosem Samen[1]),

---

1) Erwähnt mag hier im Vorbeigehen sein, dass zu einer dieser Arten, nämlich zu Cupania emarginata Camb. aus Brasilien, die in meiner Abhandlung über Cupania, Sitzungsber. 1879 p. 616, unerledigt gebliebene Aporetica pinnata (non Forst., resp. DC.) Hook. & Arn. Bot. Beechey's Voy. p. 61 gehört, welche Seemann auf Ratonia stipitata Benth., i. e. Sacropteryx stipitata m., bezogen hat, und von welcher ich seitdem Originalien im Hb. Kew und im Hb. Delessert zu sehen Gelegenheit hatte, mit der Standortsangabe „Coral Islands". Diese Standortsangabe haben Hooker & Arn. irriger Weise auf die Koralleninseln des Marschall-Archipels

die letztere nur aus 1 Art mit nacktem Samen in einer zweifächerigen, von den Rändern der Fächer, resp. Fruchtblätter her zusammengedrückten (der von Tina und Lepidopetalum ähnlichen) Frucht bestehend. An sie schliesst sich die monotypische Gattung Scyphonychium an, mit Blumenblättern, welche in Folge der Verwachsung mit je ihrer Schuppe bis in den Nagel hinab röhrig vertieft sind (— die Frucht unbekannt), und Dilodendron mit schuppenlosen Blumenblättern, die einzige Cupanieen-Gattung mit doppelt gefiederten Blättern, welche aber in der Zusammensetzung des Blattes noch übertroffen wird durch die gleich zu nennende neue Gattung Tripterodendron. Es folgt Pentascyphus mit Blighia-Kelch und trichterförmigen Blumenblättern (1 Art, Frucht unbekannt); weiter Matayba mit kleinem, in der Knospenlage offenem Kelche, wie Cupania über 30 Arten mit arillosem Samen in sich schliessend und eine Parallel-Gattung zu Cupania bildend; endlich die aus Cupania filicifolia Linden, wie schon oben (p. 208) bemerkt, hervorgehende, bisher noch nicht als solche unterschiedene Gattung Tripterodendron m. (die einzige Art T. filicifolium m. in sich schliessend) mit Matayba-Kelch, bisquamulaten Blumenblättern, 2-fächerigem Fruchtknoten und dreifach gefiederten Blättern.[1])

---

bezogen und sind so zu ihrer falschen Deutung der Pflanze gekommen; es sind hier aber offenbar die Koralleninseln an der Küste von Brasilien, Provinz S. Paulo, gemeint, was mit dem übrigen Vorkommen der Pflanze ganz im Einklange steht.

1) Die Pflanze, welche durch ihr hoch zusammengesetztes Blatt mit kleinen, nur 5—8 mm langen und gegen die Spitze der tertiären Blattspindeln oder auch tiefer herab nicht selten zusammenfliessenden Fiederchen ein eigenthümliches Gepräge besitzt, so dass ich sie nach cultivirten, sterilen Materialien aus dem Pariser Garten in meiner Abhandlung über Cupania etc., 1879, p. 514 n. 95 als kaum zu den Sapindaceen gehörig bezeichnet habe, kann auch jetzt noch, da ihre Frucht nicht vorliegt, nur in provisorischer Weise an der oben

Die zweite Subtribus schliesst nur eine americanische Gattung, Pseudima, ein neben 8 africanischen (einschliesslich der neuen Gattung Tinopsis) und 20 dem asiatischen und oceanischen (australisch-polynesischen) Gebiete angehörigen.

Pseudima (mit nur 1 Art) hat schuppenlose Blumenblätter und einen sehr eigenthümlichen, aus der Fruchtwand

---

bezeichneten Stelle untergebracht werden. Sie erscheint, vorausgesetzt, dass sie wirklich zu den Cupanieen gehört, als eine Art Seitenstück zu Dilodendron bipinnatum, welche ausser ihr die einzige Cupaniee mit mehr als einfach gefiedertem Blatte ist und, wie sie, was nur wenige Cupanieen auszeichnet, eine verschleimte Epidermis und aus vergrösserten Pallisadenzellen gebildete Secretzellen mit saponinartigem, Schaumbildung veranlassemdem Inhalte besitzt. Bei beiden sind weiter die Blätter mit kleinen gestielten Aussendrüsen und mit kleinen Haaren besetzt, an der Unterseite übrigens bei Tripterodendron nicht zugleich papillös.

Nach diesen habituellen und anatomischen Merkmalen schien eine Vereinigung der beiden Pflanzen in eine Gattung möglich. Die nähere Untersuchung der in neuester Zeit erst bekannt gewordenen Blüthen aber lässt das nicht zu und weist der Pflanze mit Rücksicht auf den kleinen, 5—6-zähnigen Kelch mit offener Knospenlage (Matayba-Kelch) unmittelbar neben Matayba ihren Platz an, welcher Gattung die Pflanze auch durch ihre 2-schuppigen (oft in der Zahl von 6—8 auftretenden) Blumenblätter und den 2-fächerigen, von den Rändern der Fruchtblätter her zusammengedrückten Fruchtknoten näher steht als der Gattung Dilodendron. Der Griffel ist kurz und anderssinnig als der Fruchtknoten zusammengedrückt, dolchförmig, mit an den Rändern (nahtständig) herablaufenden Narbenlinien. Die einzeln in den Fruchtfächern stehenden Samenknospen sind aufrecht, gekrümmt und apotrop, das innere Integument das äussere (wie auch bei Dilodendron) an der nach unten und aussen gekehrten Micropyle überragend. Die Staubgefässe der weiblichen Blüthe sind kurz, kaum den Fruchtknoten überragend, mit kahlen Filamenten und ungeöffnet bleibenden, schwarz-violetten Antheren. Männliche Blüthen liegen nicht vor. Die weiblichen kenne ich nur aus der Sammlung von Glaziou n. 14574. Sterile Exemplare finden sich in der gleichen Sammlung unter n. 797, 1472 und 11822, alle wohl aus der Provinz Rio de Janeiro.

so zu sagen herausgeschnittenen falschen Samenmantel. Sie ist zugleich die einzige americanische Cupaniee mit vollständig eingesenkten Aussendrüsen an den Blättern. Unvollständig eingesenkte finden sich noch bei einigen Arten von Matayba (Sect. 1).

Von den africanischen Gattungen schliessen sich zunächst wieder 4 mit Cupania-Kelch versehene nahe aneinander an, nämlich Tina, mit Blumenblattschuppen und Arillus, sowie 2-fächeriger, zusammengedrückter Frucht[1]); Tinopsis davon verschieden durch das nur fünfgliederige Androecium; Molinaea, ohne Blumenblattschuppen aber mit Arillus und mit flügelartig 3-fächeriger Frucht; Laccodiscus, ohne Blumenblattschuppen und ohne Arillus, mit 10-gliedrigem Androecium und von Sklerenchymzellenbündeln (wie bei Talisia) durchsetztem Pericarpe. Ebenso zwei Gattungen mit Blighia-Kelch: Aporrhiza mit weit von dem Hilus abgerückter Micropyle, theilweise arilloser Samenschale (durch die einem Doppelschilde ähnliche Frucht und glattes cartilaginöses Endocarp an Guioa erinnernd) und Blighia mit neben einander liegendem Keimmund und Nabel und mit einem fleischig-arillösen Samenpolster („vegetable marrow" genannt nach Macfadyen) in dickfleischiger, birnförmiger (der von Trigonachras — auch hinsichtlich des Gehaltes an saponinartiger Substanz — ähnlicher) Frucht, welche als geniessbar bezeichnet wird und von welcher er wohl den geniessbaren

1) Es mag im Vorbeigehen bemerkt sein, dass Tina polyphylla Baker (Linn. Soc. Journ., Bot. XXI, 1884, p. 335) zusammenfällt mit Tina fulvinervis Radlk. (s. über Cupania etc., 1879, p. 662), sowie dessen Cupania isomera (Journ. Bot., Febr. 1882, p. 51) mit Tina isoneura Radlk. (l. c. p. 663). Von Tina velutina Baker (Linn. Soc. Journ., Bot. XXII, 1887, p. 462) fehlt mir die Autopsie.

Zu T. striata m. (a. a. O.) ist Hildebrandt n. 3678 und n. 3904 zu rechnen.

Theil bildet. Endlich ihrerseits wieder 2 Gattungen mit Matayba-Kelch: Eriocoelum, mit freier Blumenblattschuppe und freiem Discus, und Phialodiscus, mit am Rande den dadurch trichterförmig gewordenen Blumenblättern angewachsenen Schuppen und dem Grunde des Kelches aufgewachsenem Discus, ferner, wenn ich eine Pflanze von Welwitsch trotz des Fehlens der Blüthen mit Recht als neue Art hieherziehe[1]), wie Blighia und einige im Folgenden zu nennende weitere Gattungen mit einer durch saponinartige Substanz ausgezeichneten, aber kleineren Frucht ohne fleischiges Samenpolster, aber mit kurzem Arillus des Samens. Alle diese Gattungen sind auf 1 oder ein paar Arten beschränkt ausser Tina und Molinaea mit je 8 Arten.

Von den asiatisch-oceanischen Gattungen bilden in ähnlicher Weise wieder engere Gruppen zunächst 5 mit Cupania-Kelch versehene Gattungen, nämlich: Guioa mit kammtragenden, gespaltenen, resp. paarweise ausgebildeten Blumenblattschuppen, flügelartig gestalteten, zusammengedrückten Fruchtfächern, glattem, knorpeligem Endocarpe, nach unten in einen Fortsatz verlängertem Arillus und diplecolobem

1) Es ist das coll. Welwitsch n. 4519—20—21 im Herb. Kew und Hb. DC., aus Angola (District Golungo alto), Phialodiscus plurijugatus m.: Folia 3—4-juga, jugo inferiore ad infimam petioli basin inserto; foliola breviter obtuse acuminata, superiora majora, nervo mediano angusto subtus carinato-prominente; pedicelli fructigeri apice striati, 5—6 mm longi; fructus obovatus, apice usque ad medium loculicide trivalvis, extus et intus glaber, siccus 2 cm longus, 1,7 cm latus; semina in loculis singula infra medium axem inserta, atro-fusca, ovata, testa basi sclerenchymatico-incrassata; arillus basilaris, brevis, cupularis.

Ob die unter Phialodiscus unijugatus in meiner Abhandlung über Cupania etc. (Sitzungsb. 1879, p. 655) erwähnten Exemplare von Mann mit 2-jochigen Blättern vielleicht besser hieher zu rechnen sind, muss ich denen zu entscheiden überlassen, welchen sie zur Hand sind. Hilfreich mag sich dabei der Mittelnerv der Blättchen erweisen, welcher bei Ph. 1-jugatus etwas verbreitert ist.

Embryo, dabei bald regelmässigem, bald unregelmässigem Discus und bald unterseits glatten, bald papillösen Blättern; Cupaniopsis, mit kammlosem Schuppenpaare, meist kleinen Blumenblättern und nicht zusammengedrückten Fruchtfächern; Rhysotoechia und Lepiderema, beide ohne Blumenblattschuppen, die erstere mit am Rande, die zweite mit fast ganz blumenblattartigen Kelchblättern, jene zugleich allein unter allen ausseramericanischen Cupanieen (bis auf eine Art) mit eingesenkten Drüsen an den Blättern; Dictyoneura, ohne Blumenblätter und haplostemon. Die Artenzahl dieser Gattungen ist beziehungsweise 31, 26, 6, 1 und 2.

Weiter 3 Gattungen mit Blighia-Kelch: Diploglottis, Euphorianthus und Storthocalyx, die ersteren beiden mit kammtragenden Paaren von Blumenblattschuppen, die erste zugleich mit 1-seitigem, die zweite mit regelmässigem Discus; die dritte mit schuppenlosen, nur an der Basis der Spreitenränder etwas eingebogenen, löffelförmigen Blumenblättern, ferner mit gefranztem Arillus und unterseits papillösen Blättern (s. oben p. 251).

Endlich 12 Gattungen mit Matayba-Kelch, welche sich nach der Beschaffenheit der Blumenblätter selbst wieder in 3 Gruppen ordnen. Bei der ersten Gruppe sind die Blumenblätter mit kammtragenden Paaren von Schuppen versehen (nur bei einer Art von Jagera, J. serrata, gelegentlich die Kämme, bei einer zweiten, J. latifolia[1]), die Blumen-

---

1) Diese neue Art, aus Neu-Guinea (coll. W. Sayer, ao. 1887: „Mount Obree, altid. 3000 ped.“, comm. Ferd. v. Müller), von welcher mir nur Fragmente eines Blattes und einer Inflorescenz mit männlichen Blüthen vorliegen, mag hier den früher (s. über Cupania etc., 1879, p. 621) unterschiedenen 2 Arten gegenüber folgendermassen charakterisirt sein:

Jagera latifolia m.: Foliola (numerosa?) subopposita, late ovata, vix duplo longiora quam lata (circ. 14 cm longa, 7 cm lata), acuminata, basi parum inaequali obtusa petiolulis brevibus (5—6-millimetralibus) instructa, inaequaliter et subduplicatim dentato-ser-

blätter selbst unterdrückt): Sarcopteryx, Jagera und Trigonachras, alle 3 mit dickem, an saponinartiger (in besonderen Zellen enthaltener) Substanz reichem Fruchtfleische (wie die vorhin p. 263 in dieser Hinsicht schon genannten Gattungen Blighia und Phialodiscus, sowie die weiter unten noch zu nennende Gattung Lepidopetalum); die 2 ersten zugleich mit diplecolobem Embryo, die erstere, Sarcopteryx, ausserdem mit mehr oder minder geflügelten oder doch kantig-kieligen und fast ungestielten oder in einen Stiel verschmälerten Früchten[1], die zweite, Jagera, mit

---

rata, subtus praesertim in nervis prominentibus sat numerosis (utrinque 12—13) arcuato-patentibus rhachisque subteres hispidulo-pilosa glandulisque microscopicis adspersa, impunctata (cellulis secretoriis nullis instructa), epidermide mucigera; panicula ferrugineo-tomentosa, ramis divaricatis spiciformibus; calyx ferrugineo-hispidus, parvus, cupularis, dentatus, intus (nervis elevatis) striatus, sericeus; petala nulla; discus glaber, crenato-lobatus; stamina intra et inter lobos disci inserta, filamentis antherisque glabris; germinis rudimentum biloculare setoso-hispidum.

Die Pflanze weicht durch mehrere der angeführten Verhältnisse von den bisher bekannt gewesenen Jagera-Arten ab (so durch die an Elattostachys erinnernde Inflorescenz, die Beschaffenheit des Kelches, das Fehlen der Blumenblätter, die zweifächerige Fruchtanlage), schliesst sich aber durch die habituellen und andere am Blatte hervortretende Momente (Nervatur und Zahnung der Blättchen, Verschleimung der Epidermis) unter Vermittlung auf Neu-Guinea gesammelter Exemplare von Jagera serrata m. (coll. H. O. Forbes n. 750, ao. 1886: „Base of Owen Stanley's Range), welche durch Unterdrückung der Kämme an den Blumenblattschuppen eigenthümlich sind, besser an Jagera als an eine andere der bekannten Gattungen an. Ob sie etwa als besondere Gattung zu betrachten sei, das wird erst nach dem Bekanntwerden der Frucht sich entscheiden lassen.

1) Das letztere ist ausser bei Sarcopteryx stipitata m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 659), mit kurzem rundlichem Stiele, besonders bei einer neuen Art aus Neu-Guinea der Fall, welche ich wegen ihrer kurz elliptischen Blättchen Sarcopteryx brachyphylla nennen will. Ihre dreiflügelige, reichlich 2 cm lange Frucht

fast kugeligen, die dritte mit grossen, keulig-birnförmigen Früchten; weiter Toechima[1]) und Synima ohne saponinartige Substanz in der Frucht und mit unächtem Arillus.

ist vom unteren Dritttheile an in einen dreischneidigen, nach unten sich verjüngenden Stiel verschmälert. Die Pflanze ist nach der Angabe von W. Sayer, welcher sie auf dem Berge Obree i. J. 1887 bei 6000 Fuss Höhe gesammelt hat, nur 12—14 Fuss hoch. Zweige und Blattstiele sind schmutzig rauhhaarig, auch die oben und unten zugespitzten Blättchen, deren das Blatt nur 2—4 zählt, sind unterseits etwas behaart.

Fast ungestielte Früchte besitzt eine andere am Fly-River in Neu-Guinea von Sir W. Macgregor erst in diesem Jahre gesammelte (und wie die vorige von F. v. Müller mir mitgetheilte) Art, welche sich durch ihre grossen, an 20 cm langen, 8 cm breiten, ungleichseitigen, breit länglich lancettlichen Blättchen und dadurch auszeichnet, dass der beiderseits vorspringende Mittelnerv unterseits von einer in seiner Mitte hinziehenden Längsfurche gleichsam in zwei Nerven getheilt ist. Darnach mag die Pflanze Sarcopteryx holconeura genannt sein. Spuren solcher Furchung sind auch bei S. melanophloea m. gelegentlich zu bemerken, welche überhaupt dieser Art am nächsten steht und in neuerer Zeit wiederholt auf Neu-Guinea gesammelt worden ist; so von H. O. Forbes, n. 897 und 907 (Base of Owen Stanley's Range, ao. 1886) und von Dr. M. Hollrung, n. 677 (Kaiser Wilhelm's Land).

1) Diese Gattung wurde in jüngster Zeit durch eine neue (fünfte) Art aus Kaiser Wilhelm's Land, Neu-Guinea, bereichert, nämlich durch Toechima hirsutum m., coll. Dr. M. Hollrung n. 820, welche ich für Schumann und Hollrung's Publication über die Flora des genannten Landes von der zunächst damit verwandten Art, T. subteres m. (s. über Cupania etc., 1879. p. 671) unterschieden habe durch die Angabe: Differt ramis petiolisque sordide flavescenti-hirsutis, foliolis supra livescentibus, fructibus tomento adpresso pallide flavo indutis.

Eine sechste, noch nicht veröffentlichte Art, ebenfalls aus Neu-Guinea, ist die in der Sammlung von H. O. Forbes, n. 374, 637, 761, 804, ao. 1885—86, „Base of Owen Stanley's Range" (von F. v. Müller mitgetheilt), welche als Toechima livescens m. bezeichnet sein mag, da sie noch mehr als die vorige Art durch bleigraue Färbung an der Oberseite der (getrockneten) Blättchen aus-

bei Toechima aus Schichten der Fruchtwand, bei Synima aus Schichten der Samenschale gebildet. Die Artenzahl ist überall eine geringe, beziehungsweise 7, 3, 2, 6 und 1. Die zweite Gruppe ist durch kammlose Blumenblattschuppen ausgezeichnet oder (innerhalb der Gattungen Arytera, Mischocarpus und Gongrodiscus) durch geringe Entwicklung der Schuppen oder (bei Arten von Mischocarpus) selbst durch Fehlen der Blumenblätter. Hieher gehören Sarcotoechia mit durchaus fleischiger Fruchtwandung, Elattostachys mit holziger Fruchtwandung, diplecolobem Embryo und gewöhnlich zu kätzchenförmigen Inflorescenzen zusammengedrängten Blüthen[1]); Arytera mit mehr oder

gezeichnet ist. Sie unterscheidet sich von T. hirsutum durch den Mangel der diese auszeichnenden Behaarung, von T. subteres (s. a. a. O.) durch oberseits flache Blattstiele, schliesst sich dagegen durch eben diese dem auch sonst, abgesehen von der Blattfärbung, ihr sehr ähnlichen T. erythrocarpum m. (s. a. a. O.) an, besitzt aber nicht, wie dieses, 5—6 mm lang gestielte, sondern fast sitzende Wickeln. Doch sind die Blüthen mit kurzen Stielchen versehen, welche unter der Frucht bis zu 3 mm Länge erhalten. Die Fruchtwand ist eben so dick wie bei T. erythrocarpa.

1) Eine Ausnahme hievon bildet die mit länger (5 mm lang) gestielten Blüthen in lockerblüthigen, traubenförmigen, wenigästigen Rispen versehene, neue Elattostachys tetraporandra m. aus dem südöstlichen Neu-Guinea, dortselbst auf Fisherman's Island von Rev. James Chalmers gesammelt (von F. v. Müller i. J. 1886 mitgetheilt). Sie gehört zu den Arten mit wachs- bis ockergelben Antheren (s. über Cupania, 1879, p. 600) und zeichnet sich unter diesen einerseits dadurch aus, dass die Antherenfächer nicht der ganzen Länge nach, sondern nur oben und unten mit einer kurzen Spalte sich öffnen (wornach der Name gewählt ist), andererseits durch das Vorhandensein eines doppelschichtigen Hypoderms an der oberen Blattseite (wie bei E. apetala m.). Die bald gegenständigen, bald alternirenden, meist zu 5 auftretenden Blättchen sind eiförmig-länglich, 8—11 cm lang, 4—5 cm breit, stumpf, mit kurzen, angeschwollenen Stielchen versehen, oberseits glänzend, unterseits matt und hier weder bebärtet, noch mit den vielen Arten eigenen grubig-sackartigen Drüsen versehen.

weniger knopfartig oder selbst flügelartig hervortretenden Fruchtfächern und den Samen ganz oder fast ganz, nicht wie bei den vorausgehenden beiden Gattungen bloss an der Basis umgebendem Arillus; Mischocarpus mit in der Regel[1]) nach unten zu einem hohlen Stiele sich verlängernden Fruchtfächern) und in diese Verlängerung sich einschiebendem Fort-

---

1) Eine Ausnahme macht Mischocarpus paradoxus m., eine neue Art aus Neu-Guinea (coll. H. O. Forbes, n. 310, ao. 1885—86: „Sorgere, altid. 1500—5000 ped."; communicavit Ferd. v. Müller) mit stumpf dreieckig-kugeliger Frucht, deren Stiellosigkeit mit dem Gattungs-Namen in Widerspruch steht. Natürlich ist auch der Arillus hier nicht mit dem sonst in den Fruchtstiel sich einschiebenden Fortsatze versehen. Unter der Frucht ist noch ein oder das andere schuppenlose, kaum benagelte Blumenblatt erhalten. Nach der Beschaffenheit des Endocarpes und des sehr verkürzten, in 3 Narben getheilten Griffels scheint diese Art dem M. pyriformis m. aus dem östlichen Australien am nächsten verwandt zu sein. Sie ist noch ausgezeichnet durch das Auftreten der gleich über der Basis in mehrere gleich starke Aeste sich theilenden Inflorescenz an älteren, fast fingerdicken Zweigen. Das Blatt ist gross, der Stiel 10 cm lang, die Spindel 16 cm, mit etwa 7 alternirenden, eiförmigen, zugespitzten, an 18 cm langen, 7 cm breiten Blättchen besetzt.

Das Gegenstück hiezu bildet eine andere neue Art aus dem südlichen Neu-Guinea, von Rev. James Chalmers i. J. 1885 gesammelt und von F. v. Müller mitgetheilt, Mischocarpus papuanus m., welcher noch länger gestielte Früchte als M. anodontus m. besitzt, so dass von der 3,5 cm langen Frucht reichlich 2,5 cm auf den Stieltheil treffen. Auch die Stielchen der länglichen, oben und unten zugespitzten, an dem vorliegenden Blatte zu fünft vorhandenen, über und unter dessen Mitte paarweise genäherten Blättchen sind länger als die irgend einer anderen Art, 15—18 mm lang, und um das Doppelte länger als bei dem habituell zumeist ähnlichen M. sundaicus Bl., mit welchem die neue Art auch die Beschaffenheit des Endocarpes und den kahlen Discus theilt (s. über Cupania etc., 1879, p. 646), während sie durch das Vorhandensein von Blumenblättern, welches sich aus den davon zurückgelassenen Narben ergibt, noch mehr verwandtschaftliche Beziehung zu M. fuscescens Bl. verräth.

satze des Samenmantels), dabei durch ein hervorragendes engmaschiges Venennetz der Blätter ausgezeichnet; Gongrodiscus mit nach oben unvollständig septirter Frucht, in episepale Lappen entwickeltem Discus und unterseits papillösen Blättern (s. oben p. 251). Die Artenzahl dieser 5 Gattungen ist beziehungsweise 2, 11, 20, 9 und 2. Die dritte Gruppe endlich mit nur 2 Gattungen ist charakterisirt durch schildartig-trichterige Gestalt der Blumenblätter (hervorgegangen aus der Verwachsung des Blumenblattes mit seiner Schuppe an den beiderseitigen Rändern): Lepidopetalum mit flacher, glatter Vouarana-artiger, an saponinartiger Substanz (wie Blighia etc., s. oben p. 265) reicher Frucht[1]); Paranephelium mit kugeliger, holzig-höckeriger,

---

1) Von der Gattung Lepidopetalum sind in jüngerer Zeit 3 neue Arten aus Neu-Guinea bekannt geworden, so dass die Zahl ihrer Arten gegen früher (s. über Cupania etc., 1879, p. 622) sich verdoppelt.

Zwei der neuen Arten aus der Sammlung von Dr. M. Hollrung aus Kaiser Wilhelm's Land habe ich für die schon erwähnte Publication von Schumann und Hollrung über die Flora dieses Landes bereits charakterisirt. Es sind das L. subdichotomum m., coll. Hollrung n. 387, und L. hebecladum m., coll. Hollrung n. 707, erstere auch von Warburg in Bismarckland gesammelt, letztere auch in der Sammlung von Captain Everill's Expedition unter n. 449 vom Strickland-River enthalten (von F. v. Müller i. J. 1886 mitgetheilt) und von Warburg auf den Key-Inseln gesammelt.

Die dritte neue Art, ebenfalls von F. v. Müller mitgetheilt, welche ich Lepidopetalum xylocarpum nennen will, ist aus der Sammlung von H. O. Forbes n. 379 und n. 830, ao. 1886, mit der Standortsbezeichnung „Base of Owen Stanley's Range." Um sie kurz zu charakterisiren, mag hervorgehoben sein, dass sie, wie das auch sonst ihr ähnliche L. Jackianum m. (s. a. a. O.) durch eine grössere verkehrt eiförmige, von den Rändern der Fruchtblätter her beträchtlich zusammengedrückte, in einen deutlichen, 5 mm langen Stiel verschmälerte, mit diesem 3,2 cm lange, an 2 cm breite Frucht vor den übrigen Arten ausgezeichnet ist, vor L. Jackianum selbst aber durch die sklerenchymreiche, holzig-feste Fruchtwandung (welche

an die von Nephelium erinnernder Frucht und zugleich als einzige Ausnahme unter allen anomophyllen Eusapindaceen ein mit ächtem Endblättchen versehenes Blatt besitzend — jene mit 3, diese mit 2 Arten.

Wenn ich bei der Gruppirung der Gattungen innerhalb der 2. Subtribus vor allem den geographischen Beziehungen Rechnung getragen habe und nicht in erster Linie auf die verschiedene Form des Kelches Gewicht gelegt habe, so geschah das, weil unter Vergleichung mit der ersten Subtribus, die ganz einem einheitlichen Gebiete — America nämlich — angehört, die Annahme sich geltend machte, dass die Kelchverschiedenheit erst nach der Verbreitung des für die zweite Subtribus, wie für die erste, anzunehmenden besonderen Stammes über das entsprechende Gesammtgebiet hervorgetreten ist, dass sie also im africanischen Gebiete einerseits, im asiatisch-oceanischen andererseits ebenso selbstständig durch äussere Einflüsse zur Durchbildung gelangt ist, wie eine solche selbständige Modificirung allem Anscheine nach für die Abkömmlinge des anderen, des americanischen Stammes stattgefunden hat. Es erscheint, um es in anderen Worten auszudrücken, trotz der Verschiedenheit des Kelches, Matayba, als Parallel-Gattung von Cupania, in ihrem ganzen Wesen doch näher verwandt mit Cupania als mit den ebenfalls einen Matayba-Kelch besitzenden Gattungen Eriocoelum oder Elattostachys etc. aus den

---

gleichwohl, in allen nicht verholzten Zellen nämlich, reichlich Saponin enthält) und durch einen nicht bloss die Samenbasis, wie bei L. Jackianum und L. Perrottetii, sondern den Samen auf seiner ganzen Bauchseite und darüber hinaus bis auf die oberen zwei Dritttheile seines Rückens bedeckenden (fast ganz angewachsenen) Samenmantel. Einen ähnlichen ventralen Samenmantel hat auch L. subdichotomum m., während er bei L. hebecladum noch weiter ausgedehnt ist, den Samen vollständig, bis auf eine kleine Stelle seines Rückens überkleidend.

ausseramericanischen Gebieten. Und wenn diese Annahme richtig ist, so möchte auch wohl die Verwandtschaft von Eriocoelum eher bei einer der mit Cupania-Kelch versehenen Gattungen aus Africa als bei der, wie sie selbst auch, Matayba-Kelch besitzenden Gattung Elattostachys etc. aus Oceanien zu suchen sein. Solche Veränderungen des Kelches, wie die hier in Rede stehenden, lassen sich leicht als Folgen einer Verschiebung der Entwicklungszeit der Blüthen in Verbindung mit dem Einflusse der bestimmten Jahreszeiten angehörigen und bei der Befruchtung thätigen Insecten denken. Der geschlossene Kelch weist wohl auf Schutzbedürftigkeit der Blüthe während einer mehr oder minder ausgesprochenen Ruheperiode zwischen ihrer Anlage und ihrer Entfaltung hin, welch' letztere dann wohl gleich in den Anfang der günstigeren Jahreszeit fallen und die Blüthe hinsichtlich der Befruchtung von den um diese Zeit vorhandenen Insecten abhängig machen würde, während der offene Kelch einer ganz in die günstigste Jahreszeit verlegten und dann wahrscheinlich rasch ablaufenden Entwicklung zu entsprechen scheint und wohl mit Anpassung der Blüthe für eine Befruchtung durch die dann eben auftretenden Insecten verbunden ist.

(Zu Trib. X.) Was die 5 Tribus der Dyssapindaceen und zwar zunächst die 3 der nomophyllen Dyssapindaceen betrifft, so sind die Gattungen der Kölreuterieen, Kölreuteria, Stocksia und Erythrophysa, durch die mehr oder minder Cardiospermum-artige Frucht enge mit einander verknüpft. Sie haben zugleich alle unregelmässige Blüthen. Die ersteren beiden gehören Asien an. Kölreuteria, von der eine zweite Art mit doppelt gefiederten Blättern erst kürzlich durch Franchet der schon seit langem bekannten mit unpaarig gefiederten, zum Theile in doppelt gefiederte übergehenden Blättern an die Seite gesetzt worden ist, bildet stattliche Bäume; Stocksia, ein dorniges Steppen-

gestrüpp, mit kleinen einfachen Blättern, ist die einzige Sapindacee mit Dornen. Erythrophysa, mit 2 Arten, stellt niedere Sträucher Südafrica's dar mit früher als die unpaarig gefiederten Blätter erscheinenden und, wie noch bei mehreren Dyssapindaceen (so bei Loxodiscus und den Harpullieen), mit einigermassen in die Augen fallenden Blüthen, wie sie bei den Eusapindaceen nirgends sich finden. Was eine enge Aneinanderschliessung dieser 3 Gattungen und ihre Hervorhebung als besondere Gruppe noch weiter angemessen erscheinen lässt, ist der Umstand, dass es bei ihnen allen in eigenthümlicher Weise die Samenschale ist, welche sich durch Gehalt an saponinartiger Substanz auszeichnet.

(Zu Trib. XI.) Die Cossignieen, zu welchen Blume auch Harpullia und Kölreuteria gerechnet hatte, stehen den Kölreuterieen sehr nahe, sind aber mit nicht aufgeblasenen, lederig krustenartigen oder (bei Delavaya) holzigen Kapselfrüchten versehen, an denen ein deutliches, wenigstens pergamentartiges Endocarp zur Ausbildung gelangt. Zugleich ist es hier, in wieder sehr eigenthümlicher Weise (bei den Gattungen, welche überhaupt darauf untersucht werden konnten — Cossignia und Llagunoa) der Embryo, welcher durch Gehalt an saponinartiger Substanz ausgezeichnet ist. Cossignia schliesst neben Arten mit einseitigem Discus (und 2—3 Samenknospen in jedem Fache) — aus den africanischen Inseln — auch eine Art mit regelmässigem Discus — aus Neucaledonien — in sich, die Section Melicopsidium bildend. Sie ist, wie Euphoria unter den Nephelieen und, wie Harpullia durch das Vorkommen von Sternhaaren mit büschelförmig stehenden Strahlen ausgezeichnet. Ihre Blätter sind gedreit oder unpaarig gefiedert. Gedreite Blätter besitzt auch Delavaya, eine erst in jüngster Zeit durch Franchet beschriebene Pflanze (D. toxocarpa, sieh Bull. Soc. bot. France XXXII,

1886, p. 462) aus China mit regelmässigen Blüthen, innen gestreiftem Discus, 2 Samenknospen (einer aufsteigenden und einer absteigenden) in jedem der 3 Fächer des Fruchtknotens und einer „holzigen, mässig aufgetriebenen, zusammengedrückten, tief zweilappigen Kapselfrucht.“ Sie dürfte bei Cossignia eher ihre nächsten Verwandten finden als bei Harpullia, mit welcher Gattung sie Franchet verglichen hat. Llagunoa ist eine durch einen einseitig aufgeschlitzten Kelch und nach der anderen Seite hin stark entwickeltem, dem Kelche aufgewachsenen Discus ausgezeichnete, blumenblattlose Gattung aus Chili und Peru mit kaum mehr als zwei Arten, denen gedreite, bei der einen auch einfach werdende Blätter zukommen. Durch die bei allen 3 Gattungen (wenn auch nicht ausschliesslich) vorkommenden gedreiten Blätter erinnert diese Gruppe lebhaft an die der Thouinieen mit Rücksicht auf deren Hauptgattungen.

(Zu Trib. XII.) Die Dodonaeeen mit papierartig dünnen, aber nicht wie bei den Kölreuterieen aufgeblasenen Kapseln stehen ihrerseits wieder den Cossignieen sehr nahe. Für sie bildet die artenreiche Gattung Dodonaea mit 39 rein australischen Arten, 1 polynesischen, 1 madagascarischen und 1 kosmopolitischen Art den Kernpunkt. Sie zeichnet sich durch die fast immer flügelartige Entwicklung ihrer gewöhnlich überdiess der ganzen Mittellinie nach mit einem wirklichen Flügel versehenen und meist septicid, seltener septifrag sich öffnenden Fruchtfächer aus. Eine ähnliche, äusserlich deutlich hervortretende Gliederung der Frucht zeigt auch Distichostemon, welche Gattung von manchen Autoren geradezu als eine Art von Dodonaea aufgefasst worden ist, und Diplopeltis, mit übrigens flügelloser Frucht. Diese beiden Gattungen gehören auch dem eigentlichen Heimathbezirke von Dodonaea an, dem australisch-polynesischen Gebiete. Nach allen diesen Verhältnissen verdienen sie mit Dodonaea als eine besondere Gattungs-

gruppe hervorgehoben zu werden. Ihnen lässt sich füglich noch die Gattung Loxodiscus aus einem Theile des gleichen Gebietes, aus Neucaledonien, anschliessen, mit Rücksicht darauf, dass ihre Frucht, obwohl nicht mehr so deutlich gegliedert und nicht mehr septicid, sondern loculicid aufspringend, im übrigen noch grosse Aehnlichkeit mit der von Diplopeltis zeigt, namentlich hinsichtlich des Auftretens gestielter Drüsen an ihrer Oberfläche, welche auch der Gattung Dodonaea nicht fremd sind (D. humilis Endl.). Durch den Charakter ihrer Frucht verbindet Loxodiscus die ganze Gruppe mit den beiden vorausgehenden. Für die Beantwortung der Frage, ob sie der vorigen Gruppe auch hinsichtlich des Saponingehaltes des Embryo sich anschliesst, fehlte geeignetes Untersuchungsmaterial, wie auch für Diplopeltis. Uebrigens darf in dieser Frage eine bejahende Antwort erwartet werden, da bei Dodonaea sich das so verhält.

Dass bei Dodonaea, namentlich in den männlichen Blüthen, die Discusbildung der Sapindaceen verwischt ist und, wenn der Discus bei ausnahmsweise vorkommenden ⚥ Blüthen, resp. ♀ Blüthen mit rudimentären Staubgefässen, bei denen hier allein eine Beurtheilung seiner Lage zum Androecium möglich ist, zum Vorschein kommt, als ein kleiner intrastaminaler Wulst sich zeigt, ist schon früher, bei der Charakterisirung der Sapindaceen überhaupt, erwähnt worden. Man könnte darnach sich veranlasst sehen, Dodonaea von den Sapindaceen weg und etwa zu den Acerineen zu stellen, aber ihre nahe Verwandtschaft mit Diplopeltis gestattet das nicht. Bei Loxodiscus stellt sich, wie bei einigen Arten von Dodonaea mit gefiederten Blättern gelegentlich durch Verschwinden des Endblättchens auch eine Annäherung an die anomophyllen Dyssapindaceen heraus. Viele Arten von Dodonaea besitzen, wie alle von Diplopeltis, einfache Blätter und Uebergänge von

einfachen zu gefiederten Blättern fehlen auch nicht bei ein und derselben Art. Diplopeltis und Loxodiscus haben gefärbte, unregelmässige Blüthen.

Mit Rücksicht auf die Frucht lässt sich diese Gruppe unter den Eusapindaceen den Lepisantheen vergleichen mit der flügelfrüchtigen Gattung Zollingeria, oder bei Rücksichtnahme auf die nomophyllen Eusapindaceen mit der selbst wieder nach der Frucht mit Zollingeria vergleichbaren Gattung Urvillea. Bei den 3 bisher betrachteten Gruppen der Dyssapindaceen ist der Embryo mehr oder weniger spirolob, am wenigsten vielleicht bei Erythrophysa.

Für die anomophyllen Dyssapindaceen ergeben sich aus dem Charakter der Frucht zwei deutlich gesonderte Gruppen, die der Doratoxyleen, mit nicht aufspringenden Früchten von höchstens Haselnussgrösse, an die der Melicocceen erinnernd, und die Gruppe der Harpullieen mit Kapselfrüchten. Die letztere Gruppe an das Ende der Familie zu stellen veranlasst die bei der einen und anderen ihrer Gattungen (Xanthoceras, Ungnadia) sich aussprechende Annäherung an die Hippocastaneen.

(Zu Trib. XIII.) Die Gattungen der Doratoxyleen galten bisher bis auf Exothea für monotypisch; doch liegt nun auch für Filicium eine zweite, gleich zu erwähnende Art vor. Alle besitzen regelmässige Blüthen und nur gekrümmte Cotyledonen bis auf Hippobromus, dessen Embryo wegen Einrollung des inneren Cotyledons annähernd schneckenförmig ist. In geringerem Grade ist das auch bei Ganophyllum der Fall. Die Samenknospen sind hier vorwiegend epitrop und hängend; apotrope aufsteigende finden sich daneben, so, wie es in den vorausgehenden Triben die Regel ist, nur noch bei 3 Gattungen (Hypelate, Averrhoidium und Ganophyllum).

Hypelate in Westindien und Florida ist durch das gedreite Blatt anomal in dieser Gruppe. Exothea in Westindien und Mexico[1]) nähert sich durch die nicht ganz im Centrum des Discus, sondern auf demselben inserirten Staubgefässe den Acerineen; Samenschale und Embryo enthalten saponinartige Substanz. Von Averrhoidium in Brasilien ist die Frucht noch nicht bekannt; durch gezähnte Blättchen nähert sie sich der folgenden Gattung. Hippobromus in Africa mit geflügelter Blattspindel ist ausgezeichnet durch den annähernd spiraligen Embryo, ferner durch eine (wie bei Exothea) an saponinartiger Substanz reiche Samenschale. Doratoxylon auf den africanischen Inseln besitzt blumenblattlose, haplostemone Blüthen und einen saponinhaltigen

---

1) Die schon in Durand, Index Gen., p. 81 unter dem Namen Exothea Copalillo m. erwähnte Art aus Mexico, als deren Speciesepitheton ich den Eingebornennamen „Copalillo" gewählt habe, ist unter diesem letzteren schon von Schlechtendal (in Linnaea VI, 1831, p. 419, coll. Schiede et Deppe n. 1295) aufgeführt worden, was bei Durand in der Synonymie anzuführen übersehen wurde. Erwähnung ist davon geschehen in meiner Abhandlung über Sapindus etc., 1878, p. 360, woselbst die Pflanze übrigens von Exothea paniculata m. (Melicocca p. Juss., Hypelate p. Camb., Exothea oblongifolia Macf., Ephielis juglandinea Poepp., Sapindus lucidus Desv. ed. Hamilt., Ratonia sp. Hemsley in Biol. Centr.-Am.) noch nicht unterschieden ist. Als Unterschiede mögen für die neue Art hier angeführt sein: Bebärtung der Nervenachseln an der Unterseite der Blättchen, Fehlen von Secretzellen im Blatte, Auftreten von Krystallsand in vielen Epidermiszellen der oberseits glatteren und meist 3- (statt 2-) jochigen Blätter, tiefer herab behaarte Zweige mit weniger stark hervortretender Lenticellenbildung, endlich sparrigere Verästelung der Inflorescenzen und mehr abstehende Behaarung der Blüthenknospen.

Hieher ist wohl auch die von Hemsley in der Biol. Centr.-Am., Bot. I, p. 222 als „zweifelhafte Pflanze" bezeichnete, nach Fruchtexemplaren von Schiede aufgestellte Cyrtocarpa? Copalillo Schlecht. (in Linnaea XVI, 1842, p. 485) zu beziehen. Gesehen habe ich übrigens das betreffende Material nicht.

Embryo; sie findet sich gelegentlich mit entwickeltem Endblättchen. Ganophyllum, früher bei den Anacardiaceen untergebracht, auf den indischen Inseln zu Hause, hat ebenfalls blumenblattlose, haplostemone Blüthen und einen saponinhaltigen Embryo; dabei einen zu aufgerichteten Lappen ausgebildeten Discus, zwischen welchen innerhalb seines Randes die hier alternisepalen Staubgefässe inserirt sind. Die jungen Zweige und Blätter sind, wie bei Dodonaea, mit harzig-klebriger Substanz überzogen. Das, wie die beiden vorhergehenden Gattungen, haplostemone Filicium endlich, welches früher, in der bisher allein bekannt gewesenen Art F. decipiens aus Ceylon, den Burseraceen zugezählt wurde, obwohl schon von seinem Autor Thwaites als Sapindacee bezeichnet, ist durch das in der folgenden Tribus (bei Arten von Harpullia) sich wiederholende Auftreten von vereinzelten, hängenden, epitropen Samenknospen in den Fruchtknotenfächern eigenthümlich; es theilt mit Exothea, Doratoxylon und Ganophyllum den saponinhaltigen Embryo, mit letzteren beiden Gattungen auch das haplostemone Andröcium, mit Ganophyllum den harzigen Ueberzug der Blätter und mit Hippobromus endlich die geflügelte Blattspindel, sowie das Vorhandensein von Blumenblättern. Der letzteren Gattung rückt es nunmehr auch geographisch näher durch eine neue, auf Madagascar einheimische Art, Filicium abbreviatum m.[1])

(Zu Trib. XIV.) Die Harpullieen sind ebenfalls bis auf zwei Gattungen — Harpullia selbst und Magonia — monotypisch.

---

1) Es ist das Humblot n. 152, ausgezeichnet durch das sehr reducirte Blatt mit nur 1 Blättchenpaare und sehr breit geflügeltem Blattstiele, welcher unter Verschmälerung der Flügel nach unten die obovat-cuneate Gestalt der Blättchen in halber Grösse annähernd wiederholt.

Harpullia zählt über 20 Arten.[1]) Ein Theil derselben ist mit regelmässigen Blüthen versehen und diese (mit bald 2, bald nur 1 Samenknospe in den Fruchtfächern) gehören

---

1) Diese Zahl ergibt sich aus dem Hinzutreten einiger neuen Arten, namentlich aus Neu-Guinea, einer auch aus Australien, zu den bisher registrirten.

Eine derselben habe ich bereits vor Jahresfrist für die Publication von Schumann und Hollrung über die Flora von Kaiser Wilhelm's Land charakterisirt. Es ist das Harpullia crustacea m., coll. Dr. M. Hollrung n. 549, der H. thanatophora Bl. nahe stehend, deren Kapsel holziger ist.

Die übrigen mögen im Folgenden kurz angeführt sein.

Aus dem Subgenus I. Euharpullia, Sectio Thanatophorus (s. holländ.-ind. Sapindac. 1877, Sep.-Abdr. p. 52):

H. rhachiptera m., an H. ramiflora m. (l. c. p. 54) und H. angustifolia m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 599) sich anschliessend, mit geflügelter Blattspindel, aber nacktem Blattstiele, und dadurch vor allen übrigen Arten dieser Section ausgezeichnet, aus Neu-Guinea vom Strickland River: Capt. Everill's Exped., ao. 1885.

H. aeruginosa m., der H. Hillii F. Müll. durch die Beschaffenheit des Endocarpes (s. holl.-ind. Sapindac., 1877, p. 51) und die Gestalt der nach oben verbreiterten, quer abgestutzten Kapsel sich anschliessend, davon aber durch elliptisch-lancettliche, zugespitzte Blättchen verschieden, welche überdies durch einschichtiges Hypoderm an der Oberseite und durch das Auftreten von Sklerenchymfasern im Mesophylle ausgezeichnet sind, aus dem südlichen und südöstlichen Theile von Neu-Guinea: Rev. James Chalmers, ao. 1885.

H. oococca m., ebenfalls der H. Hillii durch die Endocarp-Beschaffenheit nahe stehend, durch eine gespreizt zweiknöpfig-gelappte Kapsel mit verkehrt eiförmigen, an der Basis fast filzig behaarten Lappen ausgezeichnet, ferner durch grosse, elliptisch-lancettliche Blättchen mit zahlreichen, eine Art unterbrochenen Hypodermes bildenden Secretzellen an der Oberseite, aus dem südöstlichen Neu-Guinea: W. Sayer ao. 1887.

H. leptococca m., an die vorige sich unmittelbar anschliessend, aber durch kleinere, längliche, stumpfe Blättchen mit continuirlichem, einschichtigen Hypoderme über den Secretzellen und mit hervortretendem Adernetze ausgezeichnet, sowie durch gestrecktere,

dem indisch-malayischen und papuanischen Gebiete an; ein anderer Theil (das Subgenus Majidea bildend — s. über holl.-ind. Sapindac., 1877, p. 52 und über Sapindus etc., 1878, p. 273) mit unregelmässigen Blüthen und behaarten Samen findet sich in Südafrica und auf Madagascar in 2 Arten: H. madagascariensis m. (a. a. O.) und H. zangue-

---

fast gekielte und fast kahle, gelbrothe, knopfförmige Fruchtlappen, aus dem südöstlichen Neu-Guinea: Rev. James Chalmers, ao. 1885.

Aus dem Subgenus II. Otonychium, Sectio Otonychidium:

H. pedicellaris m., mit elliptischen Blättchen, sehr langen (2,5 cm betragenden) Blüthenstielen, 5 Staubgefässen und auseinander gespreizten in radiärer Richtung länglich elliptischen (2 cm messenden) Fruchtfächern, aus dem südöstlichen Neu-Guinea: C. Hartmann ao. 1887.

H. divaricata m., der vorigen Art sehr ähnlich und ihr unmittelbar sich anreihend, aber mit nur 1,5 cm langen Blüthenstielen, 7 (—8?) Staubgefässen und nur 1,2 cm in radiärer Richtung messenden Fruchtfächern, von der mit 8 Staubgefässen versehenen, früher allein aus dieser Section bekannt gewesenen H. pendula F. Müller durch nicht aufgeblasene und stark crustöse, nicht bloss pergamentartige Kapseln unterschieden, vom Bloomfields-River aus dem nördlichen Australien: Miss E. Bauer.

Ausser diesen Arten mögen auch noch die in neuerer Zeit aus Neu-Guinea eingelaufenen, wie alle vorstehenden von Ferd. v. Müller mitgetheilten Materialien angeführt sein, welche zwar, wie auch mehrere der vorstehenden, so fragmentarisch sind, dass eine sichere Bestimmung derselben kaum möglich ist, in deren Bestimmung aber doch kaum fehlgegriffen sein dürfte, wenn sie als bald mehr, bald weniger durch grössere Breite ihrer Blättchen von dem Typus sich entfernende Formen der H. angustifolia m. (s. über Cupania etc., 1879, p. 599) bezeichnet werden, welche, wie a. a. O. ausgesprochen, vielleicht selbst nur eine schmalblättrige Varietät der H. ramiflora m. darstellt. Es sind das:

Will. Binerlen n. 36, Fly-river branche, ao. 1885;

Rev. James Chalmers, südliches und südöstliches Neu-Guinea, ao. 1885;

Capt. Everill's Exped., Strickland River, ao. 1885;

H. O. Forbes n. 751 und 831, Base of Owen Stanley's Range.

barica m. (Majidea z. Kirk in Hook. Ic. t. 1097). Den letzteren zunächst steht Conchopetalum aus Madagascar (coll. Humblot n. 71, 72, nicht n. 91, 92, wie ich in Folge unrichtiger Lesung undeutlicher Ziffern in Durand Index, p. 81 angegeben habe), mit regelmässigem Discus und gefärbten Blumenblättern. Magonia in Brasilien trägt in jedem Fruchtknotenfache 8 und mehr in zwei Reihen geordnete, etwas zwischen einander geschobene Samenknospen, welche zu flachen, scheibenförmigen, thalergrossen, etwas geflügelten Samen werden. Sie steht nach letzterer Hinsicht einzig unter den Sapindaceen da; hinsichtlich der Zahl der Samenknospen kommt ihr Xanthoceras nahe. Die Blüthen sind unregelmässig, mit aufgerichtetem, einseitigem Discus, die Frucht ist eine über Welschnuss grosse Kapsel. Ebenso die Frucht von Xanthoceras, einem weissblühenden Baume Mittelasiens, dessen Blüthen ausser durch die eben erwähnte grössere Zahl der Samenknospen (6—8 in jedem Fache, zweireihig geordnet) durch den in 5 aufrechte, zwischen den Blumenblättern stehende, hornartige Drüsen ausgebildeten Discus ausgezeichnet sind. Ungnadia gehört dem nordamericanischen Gebiete an. Die symmetrische Blüthe ist der von Aesculus ähnlich; die Frucht eine gestielte, einer kleinen Birne ähnliche Kapsel (ein Mittelding zwischen Harpullia- und Aesculus-Frucht) mit haselnussgrossen Samen. Das Blatt der letzteren beiden Gattungen besitzt ein Endblättchen und ist dadurch für die Gruppe (wie das von Hypelate für die Doratoxyleen) anomal. —

Es erscheint angemessen, dasjenige aus diesem Abschnitte, was zur leichten Unterscheidung der Gattungen dienlich ist, unter entsprechender Ergänzung in einen Conspectus generum zusammenzufassen, welcher eine Fortsetzung des den Abschnitt V bildenden Conspectus tribuum darstellt und als mit diesem in unmittelbarem Zusammenhange stehend zu betrachten ist.

Conspectus generum Sapindacearum.

Tribus I. Paullinieae.

Subtribus 1. Eupaullinieae.

A. Pericarpium subdrupaceum, subexsuccum

a. Fructus schizocarpicus, tricoccus, deorsum trialatus (semina exarillata) 1. Serjania Schum.[1])

b. Fructus septifrage trivalvis, valvis saepius dorso alatis (semina plerumque arillata) 2. Paullinia L. em.

B. Pericarpium chartaceo-membranaceum (semina exarillata)

a. Fructus a basi ad apicem tenuiter trialatus, septicide vel septifrage dehiscens; folia ternata 3. Urvillea Kunth.

b. Fructus inflatus, trigono-globosus, exalatus, loculis interdum carinato-cristatis, varie dehiscens; stirpes suffruticosae vel subherbaceae 4. Cardiospermum L.

Subtribus 2. Thinouieae.

Fructus schizocarpicus, tricoccus, sursum trialatus; (semina exarillata;) folia ternata 5. Thinouia Tr. & Pl.

Tribus II. Thouinieae.

A. Petalorum squamae subcucullatae, cristatae

a. Folia simplicia

aa. Folia integra, opposita; fructus coriaceo-crustaceus, exalatus, 3- vel abortu 1-coccus 6. Valenzuelia Bert.

---

1) Ob numerum specierum, patriam, synonyma, sectiones cf. Radlkofer, Sapindaceae in Durand, Index generum phanerogamorum, 1888, p. 71 etc.

bb. Folia pinnatim inciso-partita, sparsa; fructus chartaceus, 3-alatus, capsularis, septicide dehiscens — 7. **Bridgesia** Bert.

b. Folia pinnata

aa. Foliorum rhachis alata; sepala 5, valvata, petala aequantia (2 altius connata); fructus tricoccus, trialatus, alis sursum divergentibus — 8. **Athyana** R.

bb. Foliorum rhachis nuda; sepala (duobis connatis) 4, aestivatione aperta, petalis plus dimidio minora; fructus dicoccus, bialatus, alis divaricato-patentibus — 9. **Diatenopteryx** R.

B. Petalorum squamae emarginatae vel bifidae, ecristatae; folia ternata vel foliolis lateralibus rudimentariis unifoliolata, simplicia mentientia, rarius (in Allophyli speciebus) 5-foliolata

a. Fructus tricoccus, trialatus, alis sursum divergentibus — 10. **Thouinia** Poit.

b. Fructus 3- vel abortu 2—1-coccus, coccis carnoso-drupaceis — 11. **Allophylus** L.

Tribus III. Sapindeae.

Folia omnium pinnata, nec nisi in Sapindo oahuensi simplicia, simplificata interdum in sp. Atalayae et Touliciae.

A. Diplostemones (stamina 6—10, plerumque 8)

a. Fructus cocci (3) dorso alati (samaroidei), alis liberis patentibus margine superiore incrassatis; flores plerumque regulares

aa. Fructus cocci (seminaque) ovoidei — 12. **Atalaya** Bl.

bb. Fructus cocci (seminaque) a lateribus compressi — 13. **Thouinidium** R.

b. Fructus cocci (3) deorsum alati, alis cum fructus axe connatis; flores plerumque symmetrici 14. Toulicia Aubl.

c. Fructus cocci (3) exalati, inflati, membranacei, lateribus liberi, apice denique aperti; flores symmetrici 15. Porocystis R.

d. Fructus cocci exalati, drupacei, lateribus coadunati; flores plerumque regulares; seminis testa ossea; folia glandulis in foveolis oblique affixis notata 16. Sapindus L.

B. Pleiostemones (stamina 12—24, rarius 8); flores regulares

a. Fructus cocci exalati, baccati, granulato-carnosi; seminis testa coriacea; folia glandulis immersis ornata 17. Deinbollia.

b. Fructus cocci alati (samaroidei); folia glandulis in foveolis oblique affixis notata 18. Hornea Bak.

Tribus IV. Aphanieae.

Folia omnium pinnata, nec nisi in Aphania Danura et Thraulococco simplicifolio simplicia, iis Erioglossi exceptis glandulis immersis ornata.

A. Fructus lobi succulenti, subdrupacei, glabri

a. Flores symmetrici; petalorum squamae cucullatae, cristatae; endocarpium fibroso-sclerenchymaticum 19. Erioglossum Bl.

b. Flores regulares; petalorum spuamae ecristatae; endocarpium cartilagineum 20. Aphania Bl.

B. Fructus lobi crustacei, sicci fragiles, horizontaliter ellipsoidei, minutim puberuli 21. Thraulococcus R.

C. Fructus lobi coriacei, subglobosi, basi connexi, ferrugineo-tomentosi 22. Hebecoccus R.

D. Fructus lobi corticosi, subglobosi, lateribus connexi, flavido-tomentosi 23. Aphanococcus R.

Tribus V. Lepisantheae.

Folia omnium pinnata.

A. Fructus triqueter, trialatus (ellipticus, magnus, chartaceus; seminis testa pilosa); flores symmetrici, petala squamis subcucullatis cristatis aucta; folia glandulis oblique insertis notata 24. Zollingeria Kurz.

B. Fructus exalatus (inflorescentiae saepe e trunco vel e ramis vetustioribus erumpentes)

a. Sepala libera, concava, late imbricata

aa. Fructus corticoso-sublignosus (seminis testa interdum pilosa); flores plerumque symmetrici, petalorum squamae plerumque cristatae; folia glandulis immersis ornata 25. Lepisanthes Bl.

bb. Fructus baccatus, carnosus vel subexsuccus (incomplete septatus); flores regulares, petalorum squamae ecristatae; folia glandulis immersis fere semper ornata, foliola infima fere semper stipuliformia 26. Otophora Bl.

b. Sepala plus minus connata, anguste imbricata vel valvata

aa. Flores symmetrici (cfr. infra Plagioscyphus fructu ignoto)

α. Calyx urceolatus, petala unguiculata, saepius squama secundum lineam medianam adnata quodammodo bisaccata; fructus subcorticosus; folia pilis basi immersis notata

27. Chytranthus Hook. f.

β. Calyx breviter campanulatus v. turbinatus sepalo quarto reliquis angustiore; petala unguiculata, squamis crispatis cristatis aucta; fructus coriaceo-crustaceus; folia pilis parvis basi bulbosa striata immersis insignia

28. Pancovia W.

bb. Flores regulares (cfr. inf. Cotylodiscus fructu ignoto)

α. Flores petaligeri

αα. Discus simplex; fructus cárnosus; folia glandulis lepidoideis obsita
29? Smelophyllum R.

ββ. Discus margine exteriore et interiore scyphoideo-elevato quasi duplex; petala infundibuliformia; stamina 10, in alabastro geniculatim biplicata; fructus coriaceo-crustaceus; folia glandulis parvis lepidoideis ornata 30. Lychnodiscus R.

β. Flores apetali; calyx valvatus

αα. Calyx 5-dentatus; stamina 8, in alabastro minus conspicue biplicata v. incurva; fructus coriaceo-crustaceus
31. Placodiscus R.

ββ. Calyx 4-partitus, stamina 7—8
32. Melanodiscus R.

γγ. Calyx 4-partitus, stamina 4; fructus coriaceo-crustaceus
33. Crossonephelis Baill.

C. Accedunt fructibus ignotis (quoad tribum inde minus certae)

a. Flores symmetrici, parvi, in thyrsis 4—6-centimetralibus e trunco erumpentes; calyx parvus, 5-partitus, imbricatus; petala 4 squamis magnis bicristatis aucta; discus oblique scyphoideus; folia subtus papillosa
34? Plagioscyphus R.

b. Flores regulares, majores (diametro 1-centimetrales), in thyrsis brevissimis e trunco lamelloso-suberoso erumpentes; calyx 5-partitus, imbricatus; petala 5 squamis galeato-cucullatis aucta; discus intus striatus; foliola rigida, spinoso-dentata, subtus papillosa
35? Cotylodiscus R.

Tribus VI. Melicocceae.

Folia Macphersoniae et Tristiropsis bipinnata, reliquorum pinnata.

A. Fructus exalatus (Eriandrostachyos ignotus)

a. Folia pinnata (simplificata interdum in Melicocca bijuga)

aa. Fructus ellipsoideus, corticoso-baccatus; seminis testa drupacea

α. Fructus granulatus, incomplete septatus; petala bisquamulata v. esquamata; antherae extrorsae
36. Melicocca L.

β. Fructus trabeculis sclerenchymaticis radiatim percursus, inde extus granulatus; petala auriculata v. squamata, squama plerumque elongata villosissima; antherae introrsae
37. Talisia Aubl.

bb. Fructus subglobosus, crustaceus; seminis testa crustacea

α. Calyx 5-partitus, valvatus v. anguste imbricatus; petala squama magna emarginata aucta; germen triloculare 38. Glenniea H. f.

β. Calyx cupularis, 5-dentatus, aestivatione subimbricatus, mox apertus; petala bisquamulata; germen biloculare; seminis hilum magnum; folia subtus papillosa
39. Castanospora F. Müll.

cc. Accedit fructu ignoto, flore sequentis, sepalis 5 parvis imbricatis, petalis minimis bisquamulatis, staminibus 8 in alabastro geniculatim biplicatis (cf. sequentem)
40. Eriandrostachys Baill.

b. Folia bipinnata

aa. Fructus subglobosus, crustaceus; sepala 5, parva, imbricata; petala minima, bisquamulata; stamina 8, in alabastro geniculatim biplicata; (foliola saepe minora) 41. Macphersonia Bl.

bb. Fructus ellipsoideo-trigonus vel -triangularis, sublignosus; (flores ignoti; foliola majora) 42. Tristiropsis R.

B. Fructus carinato-trialatus, sublignosus; folia pinnata (flores ignoti) 43. Tristira R.

Tribus VII. Schleichereae.

Folia omnium pinnata.

A. Flores apetali; folia 2—4-juga

a. Fructus (siccus) crasse crustaceus, plerumque abortu 1-locularis; arillus dorso integer

aa. Fructus glaber, hinc inde spinosus; embryo transversim conduplicatus; calyx parvus, 4—6-fidus valvatus v. subimbricatus; stamina 4—8, filamentis elongatis, antheris subrotundis 44. Schleichera W.

bb. Fructus tomentosus; embryo subrectus, cotyledonibus conferruminatis; calyx sacciformis, 5-lobus, imbricatus, denique fissus reflexus; discus 10-crenatus, intus striatus; stamina 10, in alabastro geniculatim biplicata, filamentis filiformibus, antheris elongatis 45. Lecaniodiscus Planch.

b. Fructus (siccus) tenuiter crustaceus, fragilis, dissepimentis in axe solutis 1-locularis; arillus dorso fissus; embryo notorrhizus, cotyledonibus crassis superpositis, Saponino foetus; filamenta (floris ♂) quam sepala lineari-oblonga breviora, antherae lineares; foliola cellulis fibrosis in omni directione percursa 46. Haplocoelum R.

B. Flores petaligeri; petala 5, disci glandulas cucullatim obtegentia; stamina 5; fructus corticosus; folia 20—25-juga 47. Pseudopteris Baill.

Tribus VIII. Nephelieae.

Folia Heterodendri et Pappeae simplicia, reliquorum pinnata.

A. Fructus indehiscens; foliola subtus plerumque tuberculato-papillosa, nec nisi in Xerospermo et Pometia laevia

a. Arillus liber

aa. Calycis lobi imbricati

α. Stirpes stellato-pilosae; petala interdum nulla 48. Euphoria Comm.

β. Pili simplices

αα. Foliola infima stipuliformia 49. Otonephelium R.

ββ. Foliola stipuliformia nulla 50. Pseudonephelium R.

bb. Calycis lobi parvi valvati 51. Litchi Sonn.

b. Arillus cum testa connatus, circa micropylen tantum margine libero testae incumbens

aa. Micropyle hilo proxima, inde radicula basilaris; calycis lobi 4—5, petaloidei, concavi, late imbricati 52. Xerospermum Bl.

bb. Micropyle a hilo quam maxime remota, inde radicula apicalis; calycis lobi parvi, valvati; petala interdum nulla 53. Nephelium L.

cc. Micropyle inter seminis basin et apicem intermedia, inde radicula lateralis; foliola infima stipuliformia 54. Pometia Forst.

B. Fructus folliculatim dehiscens; foliola subtus plerumque laevia, nec nisi in nonnullis Alectryonis et Podonephelii speciebus papillosa

a. Loculi transversim dehiscentes; arillus ad basin seminis granulato-lobulatus

aa. Fructus estipitatus

α. Folia pinnata, petala interdum nulla

55. Alectryon Gärtn.

β. Folia simplicia, petala nulla

56. Heterodendron Desf.

bb. Fructus stipitatus; folia pinnata; petala nulla

57. Podonephelium Baill.

b. Loculi dorso longitudinaliter dehiscentes

aa. Flores petaligeri; folia simplicia

58. Pappea Eckl. et Z.

bb. Flores apetali; folia pinnata

59. Stadmannia Lam.

Tribus IX. Cupanieae.

(Cf. „über Cupania etc." in Sitzungsber. k. bayer. Acad. 1879, p. 494 etc., ubi characteres generum fusius exponuntur.)

Folia Tripterodendri 3-pinnata, Dilodendri 2-pinnata, reliquorum pinnata (rarissime simplificata inveniuntur in Cupania glabra et macrophylla).

Subtribus I. Cupanieae lomatorrhizae (omnes americanae).

A. Calyx poly- (plerumque 5-) sepalus, 2-seriatim imbricatus

a. Petala 2-squamata

aa. Sepala subcoriacea; semina arillata

60. Cupania L.

bb. Sepala petaloidea; semina exarillata (fructus 2-locularis, compressus) 61. Vouarana Aubl.

b. Petala squama bifida margine utroque ungui adnata instructa 62. Scyphonychium R.

c. Petala esquamata; folia bipinnata 63. Dilodendron R.

B. Calyx profunde partitus, anguste imbricatus 64. Pentascyphus R.

C. Calyx parvus, subcupularis, dentato-lobatus, praecociter apertus (petala bisquamata)

a. Folia pinnata 65. Matayba Aubl. em.

b. Folia tripinnata 66. Tripterodendron R.

Subtribus II. Cupanieae notorrhizae (praeter Pseudima omnes extraamericanae).

A. Americana, calyce Cupaniae, petalis esquamatis, arillo spurio pericarpico (folia praesertim subtus glandulis immersis notata) 67. Pseudima R.

B. Africanae

a. Calyx Cupaniae 2-seriatim imbricatus

aa. Petala 2-squamata; fructus 2-locularis, compressus; semina arillata

α. Stamina 8 68. Tina R. et S. em.

β. Stamina 5 69. Tinopsis R.

bb. Petala esquamata vel (marginibus inflexis) subsquamulata

α. Stamina 8, fructus trialato-trilobus; semina arillata 70. Molinaea Comm.

β. Stamina 10, fructus trilobato-trigonus, extus et intus setosus sarcocarpio radiatim sclerenchymatico; semina exarillata 71. Laccodiscus R.

b. Calyx profunde partitus, anguste imbricatus

aa. Petala bisquamulata; stamina 7; fructus biscutellaris endocarpio cartilagineo; seminis testa partim arilloso-carnosa; radicula a hilo remota
72. Aporrhiza R.

bb. Petala (squama adnata) basi saccata; stamina 8; fructus trigono-pyriformis, Saponino foetus; semina spermophoro carnoso (spurie) arillata
73. Blighia Kön.

c. Calyx (Mataybae) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala squama libera emarginata aucta; discus liber, intus costatus; endocarpium lanuginosum
74. Eriocoelum H. f.

bb. Petala (squamis adnatis) infundibuliformia; discus calyci extus costato adnatus; pericarpium Saponino foetum 75. Phialodiscus R.

C. Asiatico-oceanicae

a. Calyx (Cupaniae) 2-seriatim imbricatus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa; fructus trialato-trilobus endocarpio cartilagineo; arillus caudatus; embryo subdiplecolobus
76. Guioa Cav.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, saepius ipsa squamaeformia, parva; fructus triqueter, trigono-globosus vel ellipsoideus; plures lepidotae
77. Cupaniopsis R.

cc. Petala esquamata vel glandulis bifurcis appendiculatâ

α. Sepala margine petaloidea; folia plerumque glandulis immersis notata
78 Rhysotoechia R.

β. Sepala fere tota petaloidea; foliorum rhachis lepidota 79. **Lepiderema** R.

dd. Petala nulla (stamina 5)
80. **Dictyoneura** Bl.

b. Calyx (Blighiae) profunde partitus, anguste imbricatus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

α. Discus 1-lateralis
81. **Diploglottis** H. f.

β. Discus regularis 82. **Euphorianthus** R.

bb. Petala marginibus inflexis vix subsquamulata; folia subtus papillosa; (arillus fimbriatus, dimidiatus) 83. **Storthocalyx** R.

c. Calyx (Mataybae) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa, rarius cristae (in Jagera serrata interdum) vel petala ipsa suppressa (in Jagera latifolia)

α. Pericarpium Saponino foetum

αα. Fructus acutangulus, angulis alatis v. subalatis; (embryo subdiplecolobus)
84. **Sarcopteryx** R.

ββ. Fructus obtusangulus, obovoideo-subglobosus, setosus (embryo subdiplecolobus)
85. **Jagera** Bl.

γγ. Fructus obtusangulus, clavato-pyriformis, magnus 86. **Trigonachras** R.

β. Pericarpium Saponino destitutum

αα. Arillus spurius, pericarpicus
87. **Toechima** R.

ββ. Arillus adnatus, epispermaticus
88. **Synima** R.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, rarius subsquamata tantum (Arytera sp., Mischocarpus sp., Gongrodiscus) vel omnino nulla (Mischocarpus sp.)

α. Fructus septis completis

αα. Arillus perbrevis, cupularis

* Pericarpium totum carnosum 89. Sarcotoechia R.

** Pericarpium lignosum (embryo subdiplecolobus); inflorescentia plus minus amentiformis 90. Elattostachys R.

ββ. Arillus semen totum vel fere totum obtegens (basi exappendiculatus); fructus plerumque coccato-lobatus, lobis divaricatis; foliola arcuato-nervosa, reti venarum inconspicuo; nonnullae lepidotae 91. Arytera Bl.

γγ. Arillus semen totum vel fere totum obtegens, plerumque basi processu calcariformi appendiculatus; fructus trigonopyriformis v. globosus, plerumque longius stipitatus; foliola insigniter reticulatovenosa 92. Mischocarpus Bl.

β. Fructus septis incompletis; discus in glandulas episepaleas productus; folia subtus papillosa 93. Gongrodiscus R.

cc. Petala cum squama magna connata, peltato-infundibuliformia

α. Fructus bilocularis, compressus, Saponino foetus 94. Lepidopetalum Bl.

β. Fructus (indole) trilocularis, trigono-globosus, lignosus, tuberculato-echinatus (folia imparipinnata) 95. Paranephelium Miq.

Tribus X. Koelreuterieae.

A. Arbores insignes foliis pinnatis (in subbipinnata transeuntibus) vel bipinnatis, rhachi nuda; (flores mediocres, flavidi;) capsula loculicida 96. Koelreuteria Laxm.

B. Frutices humiles

a. Frutex spinosus foliis simplicibus; (flores minores;) capsula loculicida 97. Stocksia Benth.

b. Frutices inermes, foliis pinnatis, rhachi marginata; (flores speciosiores petalis rubris;) capsula utriculosa (denique irregulariter fissa)

98. Erythrophysa E. Mey.

Tribus XI. Cossignieae.

A. Flores petaligeri

a. Folia impari-pinnata, paucijuga vel 1-juga (trifoliolata); foliola integerrima, pilis fasciculato-stellatis insignia; flores regulares vel irregulares; capsula coriaceo-crustacea, loculicido-septicida

99. Cossignia Comm.

b. Folia trifoliolata; foliola dentata (glabra dicta); flores regulares; capsula lignosa

100. Delavaya Franch.

B. Flores apetali; folia trifoliolata vel simplicia, flores irregulares (calyce unilateraliter fisso); capsula coriaceo-crustacea, loculicida 101. Llagunoa R. et P.

Tribus XII. Dodonaeeae.

A. Flores petaligeri (petalis coloratis), irregulares

a. Frutex foliis pinnatis (rhachi marginata); capsula trigona, loculicida 102. Loxodiscus H. f.

b. Suffrutices foliis simplicibus integris vel pinnatifidis; capsula coccato-lobata, septicida

103. Diplopeltis Endl.

B. Flores apetali, regulares
- a. Stamina 8 vel pauciora; folia pinnata vel simplicia; capsula plerumque alata, alis chartaceo-membranaceis — 104. Dodonaea L.
- b. Stamina 15—30; folia simplicia; capsula trialata, alis foliaceis — 105. Distichostemon F. Müll.

Tribus XIII. Doratoxyleae.

A. Stamina quam sepala plura
- a. Folia ternata — 106. Hypelate P. Br.
- b. Folia (abrupte) pinnata
  - aa. Foliola integerrima — 107. Exothea Macf.
  - bb. Foliola serrato-dentata
    - α. Rhachis foliorum nuda; (petala nulla) — 108. Averrhoidium Baill.
    - β. Rhachis foliorum alata; (germinis loculi 1-gemmulati) — 109. Hippobromus E. & Z.

B. Stamina tot quot sepala
- a. Petala nulla
  - aa. Stamina sepalis opposita — 110. Doratoxylon Thou.
  - bb. Stamina sepalis alterna — 111. Ganophyllum Bl.
- b. Petala 5 — 112. Filicium Thw.

Tribus XIV. Harpullieae.

A. Folia spurie impari-pinnata (vel interdum pari-pinnata)
- a. Discus parvus (plerumque regularis); petala flavido-viridescentia (indumentum fasciculato-stellatum) — 113. Harpullia Roxb.
- b. Discus dilatatus, pentagonus; petala rubra — 114. Conchopetalum R.
- c. Discus in floris dorso in lamellas 2 (exteriore majore) alte productus; (petala flavescentia; semina multa, plana, magna, alata) — 115. Magonia S. Hil.

B. Folia vere impari-pinnata
  a. Discus regularis in glandulas corniformes petalis alternas productus (petala alba)
  116. Xanthoceras Bunge.
  b. Discus 1-lateralis, obliquus (petala rosea; capsula stipitata) 117. Ungnadia Endl.

VIII. Anatomische Charaktere.

Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, habe ich von anatomischen Charakteren, wie für die Umgrenzung, so auch für die Gruppirung der Sapindaceen Gebrauch gemacht, wenn auch mehrfach nur zur Verstärkung anderer Unterscheidungsmerkmale und wenn auch im ganzen nur in geringem Masse. Ich glaube nicht nöthig zu haben, das erst noch zu rechtfertigen, nachdem die anatomische Methode, welcher ich durch meine früheren Mittheilungen über die Sapindaceen, und namentlich über die Gattung Serjania (1868 — 1875 — 1886), wie später durch entsprechende Arbeiten über Pflanzen aus anderen Familien in der botanischen Systematik Bahn zu brechen versucht habe, nun soweit eingebürgert ist und sich derartige Geltung verschafft hat, dass die aus ihrer Bethätigung hervorgehenden Arbeiten geradezu die Signatur der botanischen Literatur unserer Zeit bilden.

Wenn ich ausser dem gelegentlich schon Eingeflochtenen hier noch einiges Weitere aus den betreffenden Untersuchungen (wie theilweise schon in meiner Rede über die anatomische Methode in der botanischen Systematik, München 1883, p. 32—33, 50—54, und an anderen Orten) mittheilen und unter Erläuterung und Erweiterung des in der Charakteristik (p. 173) Angeführten zu einer Art Gesammtbild über das anatomische Verhalten der Sapindaceen vereinigen darf, welches in der weiter folgenden Betrachtung über die Verwandtschaftsverhält-

nisse der Sapindaceen sich nutzreich erweisen wird, so ist das Folgendes.

Es sei vor allem aus der oben (p. 173) gegebenen Charakteristik daran erinnert, dass den Sapindaceen ein derartig hervorstechender anatomischer Charakter, wie er z. B. den Rutaceen in dem Auftreten eigenthümlicher lysigener Secretlücken in Rinde und Blatt und der dadurch bedingten durchsichtigen Punkte in letzterem, den Anacardiaceen und Burseraceen in den weichbastständigen Balsamgängen oder auch noch den, wie diese, mit den Sapindaceen in naher Beziehung stehenden Meliaceen in den ausnahmslos hier vorhandenen Secretzellen des Blattes und der eines Sklerenchymringes entbehrenden Rinde zukommt, nicht eigen ist. Die Sapindaceen zeichnen sich zwar in ihrer grossen Mehrzahl auch durch das Vorkommen von Secretzellen aus, welche denen der Meliaceen ähnlich sind und welche die bei ihnen im getrockneten Blatte seit langem bekannten, aber oft schwer mit voller Deutlichkeit zu erkennenden durchsichtigen Punkte und Strichelchen bilden, welche weiter häufig saponinartige Substanz enthalten und in Folge dessen beim Schütteln der betreffenden Theile mit Wasser die bekannte Schaumbildung veranlassen, dadurch nicht selten allein schon mit grosser Zuverlässigkeit eine Sapindacee indicirend. Aber das Vorkommen dieser Secretzellen ist nicht bloss kein allgemeines, sondern auch bei den Arten der gleichen Gattung kein constantes, ja nicht einmal für eine betreffende Art ein stets gleichmässiges und ausnahmsloses, und saponinartige Substanz tritt auch in anderer Weise, denn als Inhalt solcher Secretzellen bei den Sapindaceen (wie bei anderen Gewächsen) auf, aber auch wieder nicht bei allen Sapindaceen in irgend einem Theile. Zu dem ersteren sei unter Verweisung auf die weiter unten folgenden näheren Angaben bemerkt, dass z. B. viele Aphanieen und Nephelieen keine Spur von Secretzellen besitzen, dass z. B. von den

zwei Arten von Pancovia die eine, P. bijuga Secretzellen (von den beiden überhaupt vorkommenden Formen) besitzt, die andere, P. turbinata dagegen derselben gänzlich entbehrt, ferner dass z. B. selbst bei Sapindus Saponaria die Secretzellen nicht immer sich finden; zu dem zweiten, dass z. B. auch der Embryo von Filicium (und anderen Gattungen, sieh im Folgenden, p. 299), in welchem Secretzellen nicht enthalten sind, Schäumung veranlasst, wie der Inhalt der Secretzellen in der Frucht von Sapindus Saponaria etc. (s. „über Sapindus" etc., p. 289).

Das Vorkommen dieser beiden Verhältnisse darf aber darum nicht etwa als werthlos betrachtet werden; vielmehr kann bald das eine, bald das andere im Zusammenhange mit anderen anatomischen oder morphologischen Merkmalen einen hohen Werth gewinnen und zu einer Entscheidung führen, die ohne dasselbe nicht zu erlangen gewesen wäre. Fehlt demnach den Sapindaceen eine anatomische Eigenthümlichkeit, welche für sich schon genügen würde, um eine Pflanze als Sapindacee kenntlich zu machen, so leistet die anatomische Methode doch auch bei ihnen, was nur immer von ihr erwartet werden kann, indem sie genügende Kriterien an die Hand gibt, um auch sterile Materialien in Verbindung mit den Merkmalen des Habitus — der Stellung und Gestaltung der Blätter (welche meist zusammengesetzt sind und dabei abgesehen von den rankenden und den trifoliolaten Sapindaceen mit nur wenigen Ausnahmen[1]) des normalen Endblättchens entbehren, sieh oben p. 208) — in fast allen Fällen sicher als Sapindaceen erkennen zu lassen. Von

1) Es sind das die zu den nomophyllen Eusapindaceen gehörigen monotypischen Gattungen Athyana und Diatenopteryx, wie die zu den nomophyllen Dyssapindaceen gehörigen Gattungen Koelreuteria, Erythrophysa, Loxodiscus und Dodonaea, endlich die trotzdem bei den anomophyllen Dyssapindaceen eingereihten monotypischen Gattungeu Xanthoceras und Ungnadia.

besonderer Wichtigkeit ist in dieser Hinsicht ausser den Secretzellen und dem Saponingehalte der schon in der Charakteristik hervorgehobene und weiter unten noch näher zu besprechende Sklerenchymring; ferner das häufige Auftreten charakteristischer kleiner Aussendrüsen.

Es finden sich weiter zahlreiche anatomische Charaktere, welche für bestimmte Gruppen, sei es von Gattungen, sei es von Arten, grossen Werth besitzen, indem sie die verwandtschaftlichen Verhältnisse derselben beleuchten und praktische Unterschiede an die Hand geben, so dass dadurch das Urtheil auch über mangelhaftes Material, welches der meist eingeschlechtigen Blüthen halber so häufig ist, zu einem eben so sicheren gestaltet wird, als wenn es das vollständigste, mit ♂ und ♀ Blüthen und mit Früchten versehene wäre.

Es möge im Folgenden das Nähere hierüber beigebracht sein und zwar unter Beginnen mit den wichtigsten Theilen — mit Embryo, Same und Frucht, welchen die Blüthentheile folgen sollen, um mit den vegetativen Organen, Blatt und Zweig, zu schliessen. —

Für den Embryo ist von besonderer Wichtigkeit der Gehalt an saponinartiger Substanz, welche durch Schaumbildung beim Schütteln mit Wasser sich verräth, und bald in besonderen Zellen enthalten ist, bald im allgemeinen das Gewebe erfüllt. Das erstere ist z. B. bei Haplocoelum (s. „über Sapindus etc.“ p. 289) und bei Xerospermum acuminatum (s. ebenda) der Fall. Nicht in besonderen Zellen eingeschlossen und nur durch die Schaumbildung sich verrathend, wobei aber nur bei Entstehung eines wirklich seifenartigen, längere Zeit stehen bleibenden Schaumes auf solche Substanz ein sicherer Schluss gemacht werden kann, oder wenn ausserdem auch noch eine Rothfärbung des Zellinhaltes durch Schwefelsäure sich bewerkstelligen lässt, ist die saponinartige Substanz in dem Embryo von Cossignia, Llagunoa, Dodonaea, Exothea, Doratoxylon, Gano-

phyllum, Filicium (s. „üb. Sapind.“, p. 289), Harpullia thanatophora und Magonia. Auch das Vorkommen von Gerbstoff in besonderen Zellen ist von bald grösserer, bald geringerer Bedeutung. Rücksichtlich der Reservenahrungssubstanzen können sich Verschiedenheiten nicht nur bei nahe verwandten Gattungen, sondern auch bei den Arten derselben Gattung finden. So besitzt Serjania durchaus einen Oel und Aleuron führenden, amylumfreien Embryo. Paullinia in einem Theile ihrer Arten ebenfalls; bei anderen Arten aber tritt neben Oel Amylum auf und bei wieder anderen verdrängt das Amylum das fette Oel, indem gleichzeitig Gerbstoff enthaltende Zellen zwischen den Amylum führenden auftreten.

Für Arillus und Samenschale, deren Bau auch bei nahe verwandten Gattungen sehr verschiedene Verhältnisse zeigen kann, Verhältnisse, über deren Wichtigkeit in systematischer Hinsicht wohl kein Zweifel besteht, will ich nur ein paar Fälle hervorheben: Ein im trockenen Zustande hier harter, dort bröckeliger Arillus, der erstere meist dunkelbraun und aus Gerbstoff führendem Gewebe gebildet, der andere hellbraun (oder weisslich) und vorwiegend aus Amylum führenden Zellen (mit nur wenigen, dazwischen eingestreuten Gerbstoff führenden) bestehend, findet sich besonders bei verschiedenen Arten von Paullinia, für die einen, wie die anderen als etwas Charakteristisches erscheinend; ein reichlich ölführender und desshalb auch getrocknet fleischiger und beim Zerdrücken mehr oder minder schmieriger Arillus dagegen ist der der meisten Cupanieen; zuckerreich ist der von Euphoria und Litchi, auch der von Diploglottis und Schleichera. Aehnliche Verschiedenheiten zeigen auch die aus Schichten der Samenschale oder des Pericarpes hervorgehenden arillusartigen Bildungen. Extreme in der Bildung der Samenschale habe ich schon bei der Gruppenbildung (s. p. 236) hervorzuheben Gelegenheit gehabt. Es

zeigen sie von sonst einander nahestehenden Gewächsen z. B. Cardiospermum mit krustenartiger — Serjania mit hautartiger, Sapindus (sieh „über Sapindus" p. 235) und die nahe verwandte Gattung Deinbollia mit beinharter, dicker — Aphania (und mit ihr übereinstimmend die sämmtlichen Gattungen der Aphanieae — s. „über Sapindus" p. 240) mit dünnschaliger, aus schwammförmigem, zusammengedrücktem Gewebe gebildeter Testa. Aehnlich gebaut ist sie bei Allophylus, Pometia etc. Auch die Samenschale kann der Ort für die Ablagerung saponinartiger Substanzen sein: so bei Exothea und Hippobromus; ferner bei Kölreuteria, Stocksia und Erythrophysa (innere Parthie), welche darnach sich innig aneinander schliessen (sieh oben p. 272), wie andererseits Cossignia und Llagunoa durch den schäumenden Embryo, denen darin auch Dodonaea nahe kommt (sieh oben p. 274). Behaarung der Samenschale ist für die Unterscheidung gewisser Arten von Paullinia, Allophylus, Lepisanthes und ganzer Sectionen von Cardiospermum und Harpullia von Belang. Sie findet sich auch bei Sapindus und Zollingeria.

Den Bau des Pericarpes und seine Wichtigkeit in systematischer Hinsicht habe ich schon in meiner Abhandlung über Sapindus für bestimmte Fälle beleuchtet, namentlich hinsichtlich besonderer Eigenthümlichkeiten des Endocarpes, wie bei Sapindus (l. c. p. 234), bei Aphania (l. c. p. 239) und hinsichtlich des Vorkommens saponinartiger Substanz in besonderen Zellen oder Zellschichten bei Sapindus (l. c. p. 234) — gegenüber Aphania (l. c. p. 239), Thraulococcus (l. c. p. 246), Hebecoccus (l. c. p. 247), Deinbollia (l. c. p. 247) und Otophora (l. c. p. 248); bei Blighea und Phialodiscus (s. oben p. 263), bei Sarcopteryx, Jagera, Trigonachras und Lepidopetalum (l. c. p. 288); ferner mit gewissen Modificationen bei Nephelium, Xerospermum, Guioa, Elattostachys

und Harpullia (l. c. p. 288); dann bei Arten von Lepisanthes und Otophora (l. c. p. 289). Bei einer Art von Lepisanthes ist die betreffende Substanz ausgezeichnet durch doppelte Lichtbrechung (l. c.). Bei anderen Gattungen führen ähnlich gelagerte Secretzellen des Pericarpes einen gummiharzartigen, in der lebenden Pflanze wohl milchsaftartigen Inhalt, welcher keine Schaumbildung veranlasst (so bei Serjania und Paullinia). Auffallend ist, dass auch dünnschalige Früchte durch beträchtliche Schaumbildung gelegentlich bedeutenden Gehalt an saponinartiger Substanz verrathen, wie Harpullia und Conchopetalum, wie weiter Stocksia, Erythrophysa, Cossignia, Llagunoa, Dodonaea, ferner Bridgesia, Athyana und Diatenopteryx (bei welcher auch der Fruchtflügel Zellen mit saponinartigem Inhalte aufweist), sowie Atalaya.

Die hier und in der vorausgehenden Betrachtung des Samens und des Embryo genannten Gattungen dürften die wesentlicheren sein unter den durch Gehalt an saponinartiger Substanz in Frucht und Same ausgezeichneten. Die meisten übrigen Gattungen zeigten, soweit entsprechendes Material für deren Untersuchung vorlag, entweder nur ein undeutliches oder ein direct negatives Verhalten. Rücksichtlich des Blattes wird weiter unten (p. 304) das Entsprechende angeführt werden.

Auf die eigenthümliche Endocarp-Beschaffenheit ist auch schon im Vorhergehenden Bezug genommen worden bei der Charakterisirung von Guioa und Aporrhiza (Aehnlichkeit mit Aphania) und im Zusammenhange damit auf Besonderheiten des Pericarpes überhaupt bei Sarcotoechia und Elattostachys, bei Pseudima und Toechima. Eine eigenthümliche Structur des Pericarpes (Durchsetzung mit radiären Sklerenchymsträngen) hat weiter schon Erwähnung gefunden unter Talisia und Laccodiscus. Anatomische Eigenthümlichkeiten der Fruchtwandung sind es weiter,

welche für die Unterscheidung und Gruppirung der Arten von Harpullia von grossem Werthe sind (sieh holländ.-ind. Sapindac., 1877—78, p. 51). Dabei ist zu bemerken, dass anatomische Eigenthümlichkeiten mit den morphologischen Verschiedenheiten der Früchte, durch welche engere Gattungsgruppen, Gattungen und Gattungssectionen, sowie in vielen Fällen auch die Arten von einander unterschieden erscheinen, fast immer vergesellschaftet sind und eine besondere Hervorhebung nur desshalb nicht erfuhren, weil dafür hier eine besondere Veranlassung nicht vorhanden war.

Was die Blüthentheile betrifft, so ist die Structur der Antheren und des Pollens (s. oben p. 177) eine in der ganzen Familie ziemlich gleichförmige und an die der verwandten Familien sich anschliessende. Die Blumenblätter sind bei mehreren Gattungen ausgezeichnet durch der Länge nach sie durchziehende Reihen von Milchsaftschläuchen und einen oft reichlichen Besatz von kleinen Drüsen auf ihrer Innenseite (beides bei Serjania, Paullinia etc.). Im Kelche sind wie in den Laubblättern Secretzellen zu finden.

Die Laubblätter, von denen mir übrigens für 2 Gattungen — Tinopsis und Delavaya — Untersuchungsmaterial nicht zu Gebote stand, sind fast überall bifacial gebaut und meist durch Vorkommen von besonderen Secretzellen im Inneren, wie von kleinen Aussendrüsen, ausgezeichnet.

Eine Annäherung an concentrischen Bau ist durch pallisadenartige Streckung der Zellen auch an der unteren Blattseite zu beobachten bei Elattostachys vitiensis und noch vollständiger bei Lecaniodiscus fraxinifolius, Heterodendron oleifolium und diversifolium, Kölreuteria, Stocksia, Erythrophysa, Diplopeltis, Dodonaea platyptera und anderen Arten von Dodonaea und bei Xanthoceras; ferner durch Vorkommen von Spaltöffnungen auch auf der Oberseite bei Arten von Serjania (S. trichomisca, sphenocarpa, californica, cissoides), bei

Pappea capensis, Lepiderema papuana und bei Arten von Dodonaea. In manchen Fällen kommen Spaltöffnungen oberseits höchstens in der Nähe der Nerven vor; so bei gewissen Arten von Serjania (sieh Suppl. p. 41). Eine andere Annäherung an concentrischen Bau des Blattes zeigen ferner die weiter unten angeführten Fälle mit sehr reducirten Intercellularräumen im schwammförmigen Gewebe.

Die Secretzellen des Blattes, welche bei vielen Arten in zweierlei Form neben einander, bald scharf geschieden, bald mit mancherlei Uebergängen, auftreten — gestreckt schlauchförmige („Secretschläuche"), zu längeren oder kürzeren einreihigen Zellenzügen verknüpft nahe der unteren Epidermis, bald mit den Gefässbündeln verlaufend, bald unabhängig von diesen, und (von oben gesehen) rundliche oder unregelmässig buchtige („Secretzellen" im engeren Sinne) im schwammförmigen Gewebe oder an dessen Grenze gegen das Pallisadengewebe oder im Pallisadengewebe selbst (s. Serj. Suppl. p. 37, tab. VI) erscheinen bei entsprechender Grösse und Inhaltsbeschaffenheit an der getrockneten Pflanze in Form durchsichtiger Punkte oder Strichelchen. Ihr Inhalt, welcher in der lebenden Pflanze wohl immer milchsaftartig ist, zeigt ähnliche Modificationen, wie bei den analogen Zellen der Früchte; er ist bald glasartig hell und farblos, bald trüb oder gelbbraun bis schwarzbraun gefärbt; bald ziemlich vollständig in Alkohol löslich, harzartig oder gummiharzartig, bald löslicher in Wasser und dann, was auf eine saponinartige Substanz hindeutet, beim Schütteln gelegentlich starke Schaumbildung veranlassend, wie z. B. der von Valenzuelia und Smelophyllum (s. über Sapindus etc. p. 290), von Haplocoelum, Dilodendron, Tripterodendron, Sarcopteryx, Hypelate trifoliata, Magonia u. a.; auch Gerbstoffreaction kann derselbe zeigen, wie bei Stocksia und Erythrophysa. Ob die giftigen Eigenschaften vieler Sapindaceen an diese Milchsäfte

gebunden sind, ist erst noch zu untersuchen. Bei einzelnen Arten enthalten die Secretzellen auch Chlorophyllkörner (Paranephelium).

Das Vorkommen der Secretzellen ist bei fast allen Arten, denen sie überhaupt zukommen, ein regelmässiges, wenn auch nicht immer gleich häufiges, und nur bei gewissen Arten ein schwankendes (so bei Urvillea ulmacea, Sapindus Saponaria und S. Mucorossi, bei Xerospermum Noronhianum, bei Guioa glauca — s. „über Cupania etc." p. 612).

Nicht beobachtet sind diese Secretzellen (bald beiderlei, bald wenigstens die nicht gestreckten) bisher bei Arten von Atalaya, Sapindus, Deinbollia, Hornea; bei den Aphanieen, ausser Arten von Erioglossum und Aphania; bei Lepisanthes, Chytranthus, Lychnodiscus, Placodiscus, Melanodiscus, Crossonephelis; bei den Melicocceen ausser Castanospora und Tristiropsis; bei den Schleichereen ausser Haplocoelum; bei den Nephelieen ausser Euphoria und Pappea, Arten von Xerospermum, Nephelium und Pometia; bei gewissen Cupanieen, nämlich bei Scyphonychium, Pseudima, Laccodiscus, Aporrhiza, Blighia, Eriocoelum racemosum, Phialodiscus, Arten von Guioa, Cupaniopsis und Rhysotoechia, bei Dictyoneura, Sarcopteryx Martyana, Jagera latifolia (s. oben p. 265), Arten von Elattostachys, Arytera und Lepidopetalum; endlich, was die Dyssapindaceen betrifft, bei Koelreuteria, Loxodiscus, Diplopeltis zum Theile, bei Arten von Dodonaea, bei Exothea Copalillo (s. oben p. 276), bei Doratoxylon, Ganophyllum, Arten von Harpullia, bei Xanthoceras und Ungnadia.

Es sind die Secretzellen, wenn ihre Grösse gering und ihr Inhalt vor dem der Nachbarzellen für das Auge nicht besonders ausgezeichnet ist, ebenso wenn sie auf bestimmte Stellen beschränkt sind, wie z. B. bei Athyana auf die

Umgebung der Mittelrippe, mitunter schwer nachzuweisen und mögen da und dort wohl noch sich auffinden lassen, zumal sie bei manchen Arten, wie vorstehend erwähnt, nicht stets auftreten. Bei Gattungen, welchen gewöhnlich die beiderlei Secretzellen, gestreckte und nicht gestreckte zukommen, sind durch das Fehlen der letzteren gelegentlich verwandtschaftliche Gruppen ausgezeichnet (sieh Serjania Suppl. p. 42, unter B 1).

Von anderen Vorkommnissen, welche durchsichtige Punkte oder Strichelchen hervorbringen können, sind nur noch die im Folgenden gleich zu betrachtenden verschleimten Epidermiszellen und die bei einigen Arten auftretenden Trockenrisse zu erwähnen (Placodiscus leptostachys, Matayba juglandifolia — s. „über Cupania" p. 606 und 635, Festrede über die anat. Methode, 1883, p. 54, Blenk in Flora 1884, p. 384, S.-A. p. 96, und Radlkofer, neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern und systematische Uebersicht solcher, Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. 1886, p. 315, 340, 342).[1]

Fast noch charakteristischer als die Secretzellen sind für gewisse Gattungen die kleinen Aussendrüsen mit kurzem, etwa dreizelligem (selten längerem), einreihigem

---

1) Den in der eben erwähnten Uebersicht von Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern (Sitzungsb. d. k. bayer. Acad. 1886, p. 299—344) aufgeführten Vorkommnissen mag hier, um die betreffenden Pflanzen künftiger näherer Untersuchung zuzuführen oder sie den bereits untersuchten anzureihen, Folgendes hinzugefügt sein.

Die bekannten Secretzellen der Anonaceen finden sich auch bei den daraufhin untersuchten Originalien der in Bentham & Hooker Gen. II, p. 663 (1876) als vermuthliche Anonaceen-Gattung bezeichneten, bisher schon zu fünferlei Familien (den Ebenaceen, Styraceen, Sapotaceen, Sapindaceen und Lardizabaleen) gerechneten Gattung Hornschuchia Nees aus Brasilien, mit H. bryotrophe Nees & Mart. und H. Myrtillus Nees, die Richtigkeit dieser Vermuthung bestätigend.

Stiele und kleinem, wenigzelligem, meist ovalem, übergeneigtem Köpfchen. Es ist darauf schon bei den einzelnen Gruppen gelegentlich hingewiesen worden (s. oben p. 235).

Bei den Malvaceen und Bombaceen, von welchen Fugosia und Gossypium, Durio und Boschia früher (a. a. O. 1886, p. 303) Erwähnung gefunden haben, werden durchsichtige Punkte und Strichelchen nicht selten durch Schleimzellen im Inneren des Gewebes veranlasst. So bei Plagianthus sidoides Hook., Hoheria populnea A. Cunn., Quarariba turbinata Poir. (Myrodia t. Sw.). Bei Ochroma lagopus Sw. sind es grosse Athemhöhlen unter den vereinzelt auch an der oberen Blattseite auftretenden Spaltöffnungen, welche durchscheinende Punkte veranlassen.

Von Leguminosen, welche durchsichtige Punkte besitzen, mögen den früher schon genannten (s. a. a. O., 1886, p. 316 mit dem dort gegebenen Hinweise auf die Angaben von Bokorny) nach gelegentlichen, auf die ursächlichen Momente erst noch auszudehnenden Beobachtungen und Notizen noch folgende (in der Reihenfolge von Benth. Hook. Gen.) hinzugefügt sein:

Aus der Subordo der Papilionaceen: Pultenaea obovata Benth. (Bartlingia Brogn., von Endlicher bekanntlich seinerzeit zu den Myrtaceen gerechnet), Arten von Platymiscium, Lonchocarpus, Dipteryx, Pterodon, Myrospermum, Myroxylon, Myrocarpus, Sweetia. Aus der Subordo der Caesalpinieen, abgesehen von den schon von Bokorny genannten Gattungen Diptychandra, Mezoneuron und Caesalpinia (resp. Poinciana und Coulteria), Arten von Pterolobium, Wagatea, Cassia, Apuleja, Berlinia (mit grossen Schleimzellen an der oberen Blattseite), Peltogyne, Hymenaea, Trachylobium, Saraca, Prioria, Hardwickia. Endlich aus der Subordo der Mimoseen Arten von Acacia, Calliandra und Inga.

Bei bestimmten Hamamelideen finden sich nach Beobachtungen von Herrn Dr. Solereder zahlreiche, deutliche, durchsichtige Punkte, bedingt durch grosse krystallführende Zellen im Blattgewebe. So bei Parrotia Jacquemontiana Dec. und P. persica C. A. Mey., bei Fothergilla alnifolia L. fil., Corylopsis pauciflora Sieb. & Zucc., C. himalayana Griff., C. spicata Sieb. & Zucc., Trichocladus peltatus Meisn., T. crinitus Pers., Loropetalum chinense Oliv. (Vergl. dazu Reinsch über d. anat. Verhältn. d. Hamamelid. in Engler's Jahrbüch. XI, 1889, p. 365.)

So sind die Aphanieen, ausser Erioglossum, alle ausgezeichnet durch eingesenkte (an der Blattunterseite von Hebecoccus und Aphanococcus zugleich warzenartige) Drüsen.

Bei der Passifloree Ophiocaulon cissampeloides Mast. kommen im Inneren des Blattes braune Punkte vor, von Secretlücken mit gerbstoffartigem Inhalte herrührend, von welchen aus ein Netzwerk von Zellen mit gelbbraunem, gerbstoffartigem Inhalte sich strahlig ausbreitet.

Durchsichtige Punkte veranlassen in ähnlicher Weise, wie das schon früher für die damals bekannt gewesenen Familien mit Cystolithen Erwähnung gefunden hat (s. oben p. 115 und Penzig am dort angeführten Orte), nicht selten kalkfreie oder mitunter auch kalkhaltige Cystolithen bei manchen Pflanzen jener Familien, welche ich als gleichfalls mit Cystolithen versehene im Anfange dieser Abhandlung (s. oben p. 115 etc.) namhaft gemacht habe, wie die Begoniaceen, Cordiaceen etc. (s. oben p. 116, 119 etc.).

Bei den Rubiaceen bilden gelegentlich Rhaphiden- und Styloidenzellen durchsichtige Punkte. So z. B. bei Morinda longiflora Don.

Für die von Bokorny bei den Myrsineen übergangene Gattung Aegiceras, für deren Blätter A. De Candolle „puncta minuta depressa“ angibt, mag hier erwähnt sein, dass dieselben, wie ich für die von den Autoren angeführten „Punkte“ der Theophrasteen bereits hervorgehoben habe (a. a O. p. 322 und Sitzungsb. 1889, p. 224), von eingesenkten Oberflächendrüsen auf beiden Seiten des Blattes herrühren, dass hier übrigens auch noch grosse Harzlücken mit braunem Inhalte im Inneren des Blattes vorhanden sind, welche erst nach dem Anschneiden des Blattes (wie bei vielen Connarus-Arten) wahrzunehmen sind.

Bei Theophrasta bilden die Faserbündel unter der Epidermis (s. diese Sitzungsb. 1889, p. 238 etc.) durchscheinende Linien, von A. De Candolle als „venae creberrimae subpellucidae parallelae“ hervorgehoben, übrigens nicht wirklich Venen, d. h. Gefässbündel, darstellend, sondern über diese wegziehende und sie dem Auge verdeckende Faserzüge.

Von den Ebenaceen ist Diospyros tetrasperma Sw. anzuführen, deren junge Blätter nach Grisebach (Flor. Brit. West. Ind. Isl. p. 401) durchsichtig punktirt sind.

unter den Sapindeen Deinbollia und in etwas modificirter Weise auch Sapindus und Hornea (mit eigenthümlicher Schiefstellung der Drüsen an der Innenseite kleiner Grübchen, so dass die Arten dieser beiden Gattungen daran allein schon erkennbar sind, auch S. trifoliata L., obschon hier die Grübchen theilweise weniger deutlich ausgebildet sind), unter den Lepisantheen die Gattungen Lepis-

---

Von den Cordiaceen war schon vorhin bei den cystolithenführenden Pflanzen in Verbindung mit den Begoniaceen die Rede.

Sehr verbreitet scheinen durchsichtige Punkte und Linien bei den Convolvulaceen zu sein, und zwar nicht bloss in den Keimblättern, wie Pax (in Engler's Jahrbüchern VI, 1885, p. 54) angeführt hat. Sie rühren im allgemeinen von Milchsaft führenden Secretzellen und Reihen solcher her. So besonders bei der Gattung Ipomoea, bei welcher daraus und aus der schon berührten Verschiedenheit der Haargebilde (s. Beitrag zur africanischen Flora, Abh. Brem. nat. Ver. für 1883, p. 416) ohne Zweifel Nutzen für die noch wenig befriedigende Gruppirung der zahlreichen Arten sich wird ziehen lassen. Beispielsweise mögen genannt sein: Ipomoea filipes Benth., I. longeramosa Choisy, I. hirtiflora Martens & Gal., I. luxurians Moric., I. involucrata P. Beauv. und die in Benth. Hook. Gen. zu Ipomoea gebrachte Mina lobata Lall. & Lex. Auch Krystalldrusen rufen mitunter solche Punkte hervor.

Unter den Labiaten verhält sich wie die früher (a. a. O. p. 326) genannte Monarda citriodora und punctata auch Lycopus australis R. Br., L. europaeus L., L. exaltatus L., L. lucidus Turcz. etc.

Bei den Nyctagineen veranlassen senkrecht zur Blattfläche gestellte Rhaphidenbündel gelegentlich durchsichtige Punkte. So bei Pisonia discolor Chois.

Von den Euphorbiaceen wird Microdesmis puberula Hook. f. in B. & H. Gen. als mit durchsichtigen Punkten versehen bezeichnet.

Endlich seien in diesem Betreffe auch noch die Zingiberaceen genannt, mit Secretzellen im Blattgewebe, und nach Engler von den Aroideen (s. dessen Monographie, 1872, p. 11) die Amorphophallinae mit senkrecht zur Blattfläche gestellten Rhaphidenschläuchen und Philodendron (p. 12) mit langen, durchscheinenden Harzgängen.

anthes und Otophora (mit Ausnahme von Otophora alata, welche drüsenlos ist), unter den Cupanieen Pseudima, Rhysotoechia (ausser der drüsenlosen R. flavescens) und Arten von Matayba. Uebergänge zu Schülferchen zeigen die Aussendrüsen unter den Lepisantheen bei Lychnodiscus und Smelophyllum, unter den Schleichereen bei Lecaniodiscus fraxinifolius, unter den Nephelieen bei Stadmannia, unter den Cupanieen bei einer Section von Cupaniopsis (Sect. Mizopetalum), bei Lepiderema, Dictyoneura und bei einer Section von Arytera (Sect. Azarytera), unter den Dyssapindaceen bei Arten von Dodonaea, bei Ganophyllum und Filicium.

Durch Grösse ausgezeichnet sind die Aussendrüsen von Melanodiscus und Crossonephelis, ferner die oft nur vereinzelt an der Blattspindel und den Zweigen zu findenden, in ihrer Gestalt an einen sogenannten Schachtelteufel erinnernden von Talisia und die viel complicirter gebauten gewisser Dyssapindaceen (wie Llagunoa und Loxodiscus, bei letzterer Gattung in inneren Zellen des Köpfchens mit Krystallen und Krystalldrusen versehen), in welcher Gruppe auch den Früchten mancher Gattungen oder Arten grosse Aussendrüsen eigen sind (Loxodiscus, Diplopeltis, Dodonaea sp.); durch deutlicher gegen den Stiel abgesetztes Köpfchen bei Arten von Serjania (s. Suppl. p. 41, 42), bei Erioglossum und Podonephelium.

Keine Aussendrüsen sind beobachtet bei Valenzuelia; Toulicia, Porocystis; Otophora alata; Chytranthus (ausser an den Stielchen), Pancovia, Placodiscus; Melicocca, Glenniea, Castanospora, Eriandrostachys, Arten von Macphersonia, Tristiropsis, Tristira; bei den Schleichereen (ausser den schülferchenartigen von Lecaniodiscus fraxinifolius) und unter den Cupanieen bei Arten von Cupania, Matayba, Tina, Molinaea und Phialodiscus, bei Storthocalyx, Trigonachras acuta,

Arten von Toechima und Arytera (ausser der eben erst genannten Section Azarytera mit einer Art von Schülferchen); endlich bei mehreren Dyssapindaceen, nämlich Arten von Dodonaea und Harpullia, Conchopetalum und Xanthoceras. Uebrigens sei hiezu bemerkt, dass die Aussendrüsen, weil sie da und dort frühzeitig abfallen, an ausgewachsenen Blättern oft nur sehr schwer mehr nachzuweisen sind, und dass desshalb, da nicht überall junge Blätter zur Verfügung standen, in manchen der hier angeführten Fälle ein künftiger Nachweis derselben keineswegs ausgeschlossen ist.[1])

An die Aussendrüsen schliesst sich als besondere Entwickelung von Epidermiszellen die Haarbildung und Papillenbildung an. Eine eigenthümliche Form der ersteren, nämlich kurz borstliche Haare, welche mit der kugelig aufgetriebenen und spiralig gestreiften Basis unter die Epidermiszellen eingesenkt sind, zeichnet die Gattung Pancovia aus (s. „über Sapindus" p. 270, Anmerk.), eine ähnliche (ohne Streifung) die Gattung Chytranthus und (mit Streifung) die eine Section von Xerospermum (Sect. 1 Tetrasepalum); Streifung der Basalwand zeigen auch die Haare von Pentascyphus; eine Neigung zum Zweiarmigwerden der Haare kömmt bei Lychnodiscus, einigen Nephelieen (Nephelium, Pometia, Alectryon, Stadmannia) und Arten von Matayba (M. glaberrima, paucijuga, arborescens, floribunda) vor, (s. „über Cupania etc." p. 595); Sternhaare finden sich bei Euphoria (ausser E. Gardneri), Cossignia und Harpullia. Von Uebergängen zu Schülferchen war schon bei den Aussendrüsen

1) Aehnliche kleine Aussendrüsen finden sich auch bei den nahe verwandten Familien der Rutaceen, Simarubaceen, Burseraceen, Meliaceen, Anacardiaceen, Hippocastaneen und Acerineen, welche nach dem später Folgenden mit den Sapindaceen die Cohorte der Rutales bilden.

die Rede (p. 310). Die Papillenbildung, in der eine Schutzvorrichtung hinsichtlich der Function der Spaltöffnungen namentlich da deutlich zu erkennen ist, wo die letzteren zwischen den zu Papillen ausgebildeten Zellen eingesenkt und von den meist in kleine Knötchen endigenden und mit Cuticularleisten überzogenen Papillen mehr oder weniger überdeckt erscheinen, zeigt sich, bald bei allen, bald nur bei gewissen Arten einer Gattung, besonders in der Tribus der Nephelieen (s. oben p. 250) und der Cupanieen (bei Arten von Cupania und Guioa, bei Storthocalyx und Gongrodiscus); ausserdem noch bei Arten von Atalaya, bei Plagioscyphus und Cotylodiscus, sowie bei Castanospora (s. a. a. O.).

Hieran schliessen sich Eigenthümlichkeiten in der Gestaltung der Epidermiszellen und in der Beschaffenheit ihrer Wandungen, namentlich die Verschleimung der nach innen gekehrten Wandung.

In diesen Verhältnissen geben sich verwandtschaftliche Beziehungen ebenfalls nicht selten zu erkennen. So sind die drei Arten der 1. und 2. Section von Otophora durch dickwandige Epidermiszellen der Blattunterseite mit zahlreichen Tüpfeln an der nach aussen gekehrten Wand ausgezeichnet (s. holl.-ind. Sapindac., 1877—78, p. 85, 86, Rede über die anatomische Methode etc. p. 50). Getüpfelte Aussenwände, besonders oberseits, zeigt die Epidermis auch bei Placodiscus und bei manchen Arten von Matayba, Elattostachys und Arytera. Wellig buchtige Epidermiszellen mit Tüpfeln in den Buchten finden sich (besonders oberseits) bei bald allen, bald bestimmten Arten von Atalaya, Chytranthus, Pancovia, Lychnodiscus, Melanodiscus, Talisia, Lecaniodiscus, Haplocoelum, Euphoria, Xerospermum, Alectryon, Matayba, Laccodiscus, Aporrhiza, Blighea, Eriocoelum, Phialodiscus, Guioa, Cupaniopsis, Lepiderema, Storthocalyx,

Sarcopteryx, Trigonachras, Toechima, Synima, Sarcotoechia, Arytera, Mischocarpus, Lepidopetalum, Exothea, Doratoxylon, Harpullia. Zugleich sclerosirte Epidermiszellen zeigt Matayba purgans. Bedeutende Höhe der Epidermiszellen zeigen Otophora, Deinbollia und Sarcopteryx; Gliederung derselben durch rechtwinkelig zur Blattfläche stehende Wände Macphersonia-Arten, Euphoria, Xerospermum (Sect. 2), Alectryon-Arten und Heterodendron, Arten von Tina, Cupaniopsis und Arytera; Theilung durch parallel zur Blattfläche liegende Wände Arten von Cupaniopsis und Gongrodiscus.

Verschleimte Epidermiszellen, die, sofern sie überhaupt einer Gattung zukommen, bald bei allen, bald nur bei bestimmten, nicht selten engere verwandtschaftliche Gruppen bildenden Arten derselben Gattung vorhanden sind, fehlen fast durchgehends in der Tribus der Sapindeen (ausgenommen einige Arten von Toulicia und Deinbollia), der Lepisantheen (ausgenommen Chytranthus und Pancovia), der Melicocceen (ausgenommen Tristira und Tristiropsis), der Schleichereen (ausgenommen Schleichera), der Nephelieen (ausgenommen Pometia, Heterodendron, Pappea und Arten von Nephelium und Alectryon) und der Cupanieen (ausgenommen Dilodendron und Tripterodendron, die einander auch sonst zunächst stehenden Gattungen Blighea, Eriocoelum und Phialodiscus und die ebenfalls einander benachbarten Gattungen Jagera und Trigonachras, endlich Lepidopetalum). Bei den Gattungen der übrigen Tribus bildet ihr Vorkommen, wenigstens bei einem Theile der Arten, die Regel mit folgenden (negativen) Ausnahmen: Athyana (Trib. Thouin.); Erioglossum und Aphanococcus (Trib. Aphan.); Stocksia (Trib. Koelreut.); Llagunoa (Trib. Cossign.); Loxodiscus (Trib. Dodon.); Hypelate, Averrhoidium, Hippobromus, Doratoxylon, Ganophyllum

(Trib. Doratoxyl.); Conchopetalum (Trib. Harpull.). Von den artenreichsten, an 100 und mehr Arten zählenden Gattungen Serjania, Paullinia und Allophyllus ist die letztere dadurch ausgezeichnet, dass nur ein paar Arten die Verschleimung nicht zeigen, nämlich A. occidentalis, velutinus, sericeus und inaequilaterus. Die verschleimten Epidermiszellen können, wenn sie vereinzelt zwischen nicht verschleimten auftreten, am getrockneten Blatte als durchsichtige Punkte erscheinen, welche gewöhnlich minder hell sind, als die von Secretzellen herrührenden (s. darüber und über noch andere Verhältnisse der verschleimten Epidermiszellen die Monographie von Serjania, 1875, p. 99—105[1]) und Supplement dazu, 1886, p. 39, 40).

---

1) Ich habe an der erwähnten Stelle (Monogr. v. Serj. p. 104) unter einer Reihe anderer Pflanzen mit verschleimter Innenwandung der Epidermiszellen auch Arten von Barosma und die von solchen kommenden Bukublätter erwähnt und in einer besonderen Anmerkung die irrige Auffassung Flückiger's zu beseitigen gesucht, welcher hier eine besondere Schleimzellenschichte unter der Epidermis beobachtet zu haben glaubte (Schweizer. Wochenschr. f. Pharmacie Nr. 51. 19. Dec. 1873).

In dieser Hinsicht ist nun eine auf Wunsch des Letzteren unternommene und durch dessen Güte im Separatabdrucke mir zugekommene erneute Untersuchung von Dr. Y. Schimoyama aus Japan zu erwähnen (s. Archiv d. Pharmacie, herausg. v. E. Reichardt, Bd. XXVI, Heft 2, 1888), in welcher der Verfasser schliesslich erklärt, dass er im Gegensatze zu meinen Darlegungen „den bezüglichen Anschauungen und Abbildungen Flückiger's im wesentlichen beipflichten muss."

Ich kann dem gegenüber nur mein Bedauern aussprechen, dass meine Darlegung nicht genügt hat, den Verfasser zu jenem Masse von Sorgfalt zu veranlassen, das allerdings dazu gehört, um über einen hier leicht möglich gewesenen Irrthum hinauszukommen. Dabei dürfte es verzeihlich erscheinen, wenn man nach den Mittheilungen des Verfassers zu der Meinung käme, dass er über den in Rede stehenden Irrthum überhaupt gar nicht habe hinauskommen wollen. Derselbe führt nämlich an, dass zur Bildung der vermeintlichen

Auf einen die bleigraue oder gelbgrüne Farbe des Blattes beim Trocknen bestimmenden Inhalt der Epidermiszellen habe ich schon oben für die Aphanieen und Lepisantheen hingewiesen, wie auf die von Gerbstoffgehalt, besonders des schwammförmigen Gewebes, herrührende chokoladebraune Farbe der Blattunterseite bei Otophora. Eine ähnliche braune Färbung zeigen beiderseits die Arten von Nephelium und Guioa; schwarzbraune die Blätter von Elattostachys, schwarzgrüne die von Harpullia, gelbliche gewisse Arten von Rhysotoechia. Die jungen Blätter sind durch rothe Färbung ausgezeichnet bei Otophora und bei Arten von Talisia (welch letztere um desswillen in unseren Gärten mit solchen der Leguminosengattung Brownea nicht selten verwechselt werden (s. oben p. 244).

Durch einen klebrig-harzigen Ueberzug der Blatt- und Zweigepidermis ausgezeichnet sind viele Arten von

---

Schleimzellen aus jeder Epidermiszelle durch Auftreten einer Cellulosescheidewand zwei Zellen entstehen, eine wieder als Epidermiszelle functionirende und eine später angeblich Schleim in sich ablagernde Zelle, beleuchtet aber dann diese Angabe in eigenthümlich contrastirender Weise durch die Worte: „Diese Zellbildung findet aber nicht im Sinne der Zelltheilung statt; wenigstens waren in den oberen Zellen" (d. h. den vermeintlichen Schleimzellen, wie aus der beigefügten, auf die untere Blattseite sich beziehenden Figur 6 sich ergibt) „keine Zellkerne aufzufinden." Mit anderen Worten: Der Verfasser sah, dass seine vermeintlichen Schleimzellen, welche nichts anderes sind als die durch eine weniger veränderte Lamelle — seine Cellulosescheidewand — gegen das Lumen der Epidermiszellen abgegrenzten Schleimmassen der in Umwandlung begriffenen Membranen, nicht wie Zellen entstehen und also auch keine Zellen sind; er wollte aber, dass sie solche seien, um die besondere Schleimzellenschichte zu retten und so construirte er sich eine besondere „nicht im Sinne der Zelltheilung stattfindende" und überhaupt nicht existirende Zellbildung für dieselben. Bei solcher Vorliebe für einen Irrthum wird zu dessen Beseitigung der Hinweis auf das Richtige freilich wirkungslos bleiben müssen.

Dodonaea, dann Llagunoa glandulosa, Ganophyllum und Filicium.

Krystalle finden sich in der Epidermis bei Arten von Pancovia, Chytranthus und Conchopetalum; ferner bei Exothea Copalillo (s. oben p. 276, Anmerk.), und zwar hier in Form von Krystallsand. Sonst sind besonders ausgezeichnete Verhältnisse für die im Blatte vorkommenden Krystalle nicht anzuführen. Sie finden sich bald vorzugsweise im Mesophylle als Einzelkrystalle (wie bei Arten von Otophora, Chytranthus, Melanodiscus, Talisia, Tristira, Pseudopteris, Euphoria, Nephelium, Pometia, Cupaniopsis, Rhysotoechia, Sarcopteryx, Arytera), oder als Krystalldrusen (bei Allophylus, Atalaya, Deinbollia, Zollingeria, Lepisanthes, Alectryon, Podonephelium etc.), oder in beiderlei Formen (Cardiospermum, Sapindus, Aphania, Thraulococcus, Aphanococcus, Macphersonia, Heterodendron etc.); bald besonders in Begleitung der Gefässbündel und hier seltener als Drusen (z. B. Cardiospermum, Bridgesia), meist als Einzelkrystalle (s. Thinouia, Diatenopteryx, Atalaya, Thouinidium, Porocystis, Sapindus, Chytranthus, Pancovia, Talisia, Glenniea, Lecaniodiscus, Macphersonia, Tristiropsis, Tristira etc.).

Unter den besonderen Verhältnissen der Spaltöffnungen, durch welche die Epidermis ausgezeichnet erscheint, steht obenan das Auftreten sehr zahlreicher, aber kleiner Spaltöffnungen bei Toulicia, Porocystis, Sapindus, Talisia, Tristira, Schleichera, bei den Nephelieen und einigen Cupanieen (Dilodendron, Molinaea, Guioa, Toechima, Sarcotoechia, Elattostachys, Arytera, Mischocarpus, Lepidopetalum, Paranephelium), grosser in geringer Zahl dagegen bei Aphania und Otophora. Ueber die Blattfläche hervorragende Spaltöffnungen finden sich bei Cupania rubiginosa und Melanodiscus; unter

das Niveau der Blattfläche eingesenkte bei Atalaya, Plagioscyphus, Cotylodiscus, Pappea und mehr oder weniger bei allen Blättern, welche durch Papillenbildung ausgezeichnet sind. Spaltöffnungen mit beiderseits meist verdoppelten Nebenzellen kommen bei Arten von Harpullia und bei Conchopetalum vor. Von dem Auftreten der Spaltöffnungen auch auf der Oberseite des Blattes war schon oben (p. 303) die Rede.

Andere anatomische Eigenthümlichkeiten des Blattes will ich, da sie meist (und noch mehr als das auch bei vielen der schon berührten der Fall ist) nur für einzelne Arten oder Gattungen charakteristisch sind und für die Gruppirung der Gattungen gewöhnlich nicht mehr in's Gewicht fallen, hier nur kurz berühren. Es gehört dahin das Vorkommen von Hypoderm, bald parenchymatischer Natur (Atalaya, Talisia squarrosa, Alectryon macrococcus, s. oben p. 255, Cupania triquetra, Arten von Matayba, Molinaea, Storthocalyx, Elattostachys, Arytera, Harpullia und Conchopetalum) und gelegentlich dann dem Inhalte[1]) nach mit dem Pallisadengewebe übereinstimmend, bald in Form einer von den Gefässbündeln aus sich ziemlich allgemein verbreitenden Faserschichte (bei Euphoria Gardneri), beides an der Blattoberseite; von Sklerenchymfasern (Arten von Serjania, s. Suppl. p. 39, 44, Paullinia stenopetala, Haplocoelum inopleum und trigonocarpum, Cupaniopsis inoplea, Harpullia aeru-

1) Einen eigenthümlichen Inhalt zeigt das Hypoderm bei den Arten von Cossignia, bald in Form einer halbweichen, homogenen Substanz (C. trifoliata m. — Melicopsidium t. Baill. —, C. triphylla Comm. ed. Lam.), bald als blätterige (quergeschichtete Masse), (bei fast allen Exemplaren von C. pinnata Comm. ed. Lam.), hier wie dort durch Jod sich gelb färbend und den gewöhnlichen Lösungsmitteln widerstehend, im übrigen von noch nicht näher gekannter Natur.

ginosa); einer Art kurzer Spicularzellen d. i. sclerenchymatisch veränderter Pallisadenzellen (Matayba macrostyla, tovarensis), sclerosirender unterer Schwammgewebeschichten (Arten von Xerospermum, Matayba tovarensis und longipes); ferner das Auftreten von grossen Maschenräumen im Schwammgewebe (Otophora, Plagioscyphus, Otonephelium, Pseudonephelium, Eriandrostachys, Paranephelium, Ganophyllum, Arten von Harpullia) oder das fast vollständige Verschwinden solcher (Talisia, Melicocca, Arten von Alectryon, Podonephelium, Pappea, Tina, Cupaniopsis, Elattostachys, Arytera, Averrhoidium — annähernd auch bei Toulicia und Arten von Atalaya unter Streckung aller Zellen und Veranlassung eines fast concentrischen Blattbaues); Auftreten einer besonders charakterisirten mittleren Gewebsschichte (gerbstoffhaltig bei Melanodiscus, in anderer Weise ausgezeichnet bei mehreren Blättern mit mehr oder weniger concentrischem Baue, wie bei Lecaniodiscus, besonders L. fraxinifolius, bei Elattostachys vitiensis etc.); Quergliederung der Pallisadenzellen (bei Eriandrostachys, Arten von Macphersonia, bei Otonephelium, Arten von Nephelium, Pometia und Alectryon, bei Magonia und Xanthoceras) und besondere Gestaltung derselben (stellenweise fast sanduhrartig bei Lepidopetalum, kreiselförmig bei Arten von Harpullia, kaum länger als breit bei Toechima und Rhysotoechia, mit feinen Querfalten versehen bei Conchopetalum). Des Vorkommens eines fettartigen Körpers in den Zellen des Blattes bei gewissen Sapindaceen ist schon oben, p. 125 gedacht worden.

Bezüglich des Gefässbündelgerüstes treten ähnliche Eigenthümlichkeiten, wie ich sie für die Gattung Serjania an ihrem Orte erwähnt habe (s. Suppl. p. 39), bald da, bald dort hervor. So die Entwicklung von Hartbast unter Be-

gleitung von Zellen mit Einzelkrystallen (s. oben p. 316) oder Fehlen desselben, gelegentlich unter Ersetzung der Einzelkrystalle durch Krystalldrusen; so Einlagerung der Gefässbündel in das Mesophyll (s. z. B. Sapindus, Aphania, Thraulococcus, Aphanococcus, Lepisanthes, Chytranthus, Tristiropsis, Cupania etc.) oder Durchsetzung desselben von Seite der ersteren und ihres Verstärkungsgewebes von Epidermisplatte zu Epidermisplatte und Besonderung des Mesophylles in den so gebildeten Maschenräumen, in denen dann erst noch kleinste, eingelagerte Gefässbündelzweige unter dem Pallisadengewebe verlaufen (s. Bridgesia, Athyana, Diatenopteryx, Thouinia, Thouinidium, Toulicia, Porocystis, Hornea, Plagioscyphus, Euphoria, Litchi, Xerospermum, Nephelium, Alectryon, Pappea, Stadmannia, Synima, Mischocarpus, Paranephelium). Im Blattstiele scheint allgemein ein das Hauptsystem der Gefässbündel, neben welchem auch noch mark- und rindenständige Stränge auftreten können, umschliessender Sklerenchymring vorhanden zu sein; doch hinderte die Rücksichtnahme auf die nöthige Schonung des Materiales eine durchgreifende Untersuchung in dieser Hinsicht.

Was die Structur der Axe betrifft, so ist ein eigenthümlich unregelmässiger Bau des Stammes und der Zweige, welcher schon mit der Anlage der Gefässbündel hervortritt, bei den lianenartigen Gewächsen der ersten Tribus, aber nicht bei allen, am häufigsten bei Serjania, seltener bei Paullinia zu finden. An älteren Zweigen und Stämmen treten Unregelmässigkeiten später auch da auf, wo der Bau ursprünglich ein regelmässiger war (Urvillea, Thinouia), oder verknüpfen sich mit den früheren Anomalieen. Ich habe darüber an anderen Stellen bereits des näheren berichtet unter Bezeichnung des anomalen Holzkörpers der betreffenden Gewächse als zusammengesetzter, getheilter, zerklüfteter und umstrickter Holzkörper (s. die

in der Anmerk. p. 2 etc. citirten Mittheilungen in Norwich 1868, Florenz 1874, München 1877, und die Monographie von Serjania 1875 nebst Suppl. 1886, p. 2 etc., Taf. 1—5).

Bei allen Sapindaceen, mit alleiniger Ausnahme der monotypischen Gattungen Valenzuelia und Xanthoceras, findet sich, wie die mikroskopische Untersuchung der in der Regel das Herbarmaterial bildenden Zweige aus der Blüthenregion ergeben hat[1]) und wie schon in der Charakteristik der Familie (s. oben p. 173) hervorgehoben worden ist, an der Grenze der primären und secundären Rinde eine continuirliche und gemischte, d. h. aus Bastfasergruppen und dazwischen eingelagertem kurzgliederigem Sklerenchyme (sogenannten Steinzellen) bestehende Sklerenchymscheide.

Dieselbe kommt auch noch den Hippocastaneen zu, den Acerineen aber (wie schon oben, p. 107, und bezüglich Dipteronia p. 108 bemerkt ist, und wie auch Pax in Engler's Jahrb., VII, 1886, p. 258 angibt) im allgemeinen nicht mehr, vielmehr nur gewissen Arten (Acer Pseudo-Platanus L., Negundo aceroides Moench.).

Bei den noch weiter mit den Sapindaceen nahe verwandten Familien der Meliaceen, Rutaceen und Simarubaceen ist sie, wie schon bei den eingangs zur Ausschliessung gebrachten Gattungen zum Theile erwähnt wurde, entweder gar nicht vorhanden — Meliaceen —, oder nur bei einer enger oder weiter bemessenen Zahl von Gattungen ausgebildet — bei 3 von 69 untersuchten Gattungen der Rutaceen, bei 6 von 22 untersuchten Gattungen der Sima-

1) Die betreffenden Untersuchungen wurden von meinem Assistenten, Herrn Dr. Solereder, derart durchgeführt, dass von artenärmeren Gattungen eine oder ein paar Arten, von artenreicheren Gattungen aber aus jeder Section eine oder ein paar Arten der Prüfung unterworfen wurden. Die Untersuchungen wurden auch auf die verwandten Familien ausgedehnt und wird das Nähere hierüber Herr Dr. Solereder selbst zur Mittheilung bringen.

rubaceen —, während sie, was die gleichfalls noch nahe verwandten, aber durch ihre Balsamgänge im Weichbaste ausgezeichneten Familien der Anacardiaceen und Burseraceen betrifft, bei den ersteren in ähnlichem Masse wie bei den Simarubaceen (bei 10 Gattungen unter 43 untersuchten), bei den letzteren dagegen wieder allgemein auftritt.

Sie erscheint in praktischer Beziehung bei der Bestimmung unvollständigen Materiales, von grosser Wichtigkeit, namentlich den Meliaceen gegenüber, sofern diese nicht schon durch die Gestaltung des Blattes unterschieden sind (s. oben p. 178, 208 und 298), da dieselben mit den Sapindaceen das Vorkommen von Secretzellen gemein haben; die Rutaceen sind schon durch ihre Secretlücken, die Simarubaceen gewöhnlich durch das Auftreten bitterer Stoffe und theilweise auch durch Secretgänge im Marke, seltener im Baste (Koeberlinia nach neuerer Beobachtung, s. oben p. 161, Anm.) ausgezeichnet, wie ihrerseits die Anacardiaceen und Burseraceen durch ihre Balsamgänge im Weichbaste (und bei den ersteren zum Theile auch im Marke).

Ursprünglich ist die Sklerenchymscheide gewöhnlich fast ganz aus Hartbastfasern gebildet, zwischen welche, auf dem Querschnitte betrachtet, nur stellenweise kleine Gruppen kurzgliederigen Sklerenchymgewebes eingelagert sind. Das letztere mehrt sich während des Dickenwachsthums der Zweige und der damit verbundenen Zerklüftung des ursprünglichen Ringes, indem sich von aussen und innen (wie ich es für Serjania caracasana im Suppl. von Serj. tab. V fig. 2 und 3 dargestellt habe) das benachbarte dünnwandige Gewebe unter Zellvermehrung in die Klüfte eindrängt und unter Sklerosirung den Ring wieder ergänzt. Von den Hartbastfasern zeigen namentlich die mit verhältnissmässig weitem Lumen gelegentlich spärliche dünne Querwände (Cardiospermum Halicacabum, Serjania piscatoria, Serjania cuspidata, für welch' letztere Pflanze sie schon Möller,

Anatomie d. Baumrinde, 1882, p. 274 fig. 100, p. 426 als „gefächerte Fasern" erwähnt und abgebildet hat).

Innerhalb des Sklerenchymringes besitzt die secundäre Rinde (an den Zweigen aus der Blüthenregion) entweder keine oder nur spärliche kleine Gruppen von Bastfasern, an deren Stelle gelegentlich auch gestreckte Sklerenchymzellen (Stabzellen) sich finden (Eriandrostachys Chapelieri, Podonephelium Homei). Bei Magonia finden sich statt dieser Gruppen solche von kurzgliederigem Sklerenchyme (Steinzellen). Nur bei gewissen Arten erscheinen die Bastfasergruppen in Verbindung mit Steinzellen in tangentialer Richtung ausgedehnt. Bei Thouinia striata endlich und in ähnlicher Weise bei Stadmannia Sideroxylon sind dieselben zu förmlichen inneren Sklerenchymringen verbunden. Aehnliche solche Ringe, welche aber der Bastfasern entbehren, treten bei Dodonaea und Distichostemon auf, mit nachfolgender Korkbildung an ihrer Innenseite, wovon gleich weiter die Rede sein soll.

Die Siebröhren, welche das Bastparenchym an Weite in der Regel nicht übertreffen, sind entweder sämmtlich mit quergestellten oder geneigten, ein einziges Siebfeld darstellenden und gelegentlich durch Callusbildung ausgezeichneten Zwischenwandungen (Siebplatten, wie man sie zweckmässiger als die vielfach so genannten Siebfelder nennen kann), versehen, oder es finden sich neben solchen in derselben Pflanze auch Siebröhren, deren geneigte Zwischenwandungen mehrere (bis 4) in einer Reihe stehende Siebfelder ohne auffällige Callusbildung zeigen. Das erstere ist durchgehends der Fall bei den Paullinieen und, soweit die angestellten Untersuchungen urtheilen lassen, wahrscheinlich auch bei den Thouinieen, ferner wohl auch bei den Schleichereen, Koelreuterieen und Dodonaeeen. Das letztere (Auftreten mehrfelderiger Zwischenwandungen neben anderen) zeigt sich in allen anderen Gruppen bei einer bald grösseren, bald ge-

ringeren Anzahl der dahin gehörenden Arten. Genannt mögen in dieser Hinsicht sein: Erioglossum rubiginosum, Aphania sphaerococca, Hebecoccus ferrugineus, Otophora fruticosa, Tristiropsis obtusangula, Nephelium rubescens, Cupania emarginata, Matayba juglandifolia, Llagunoa mollis, Doratoxylon apetalum, Harpullia imbricata, Magonia pubescens.

Die primäre Rinde zeigt Stränge von Collenchymgewebe namentlich bei den rankenden Sapindaceen, in den Kanten der Zweige, im übrigen ist gelegentlich nur eine schwach collenchymatöse Entwicklung des kurzgliederigen Rindengewebes zu beobachten. Gruppen von Steinzellen oder reichliche, vereinzelte Steinzellen finden sich bei bestimmten Sapindaceen in der primären Rinde vor, so z. B. bei Atalaya multiflora, Sapindus Rarak, Melicocca bijuga, Talisia pulverulenta; bei Toulicia gujanensis sind die Steinzellengruppen in der Umgebung des gemischten Sklerenchymringes selbst auch ringförmig angeordnet, jedoch nicht vollständig zu einem Ringe an einander geschlossen, was überhaupt bei den Sapindaceen nirgends der Fall ist.

Was die in der Rinde, wie im Blatte, vorkommenden Secretzellen und Krystalle betrifft, so wird von denselben, da sie auch in anderen Theilen der Axe sich finden, am Schlusse dieser Darlegung der anatomischen Verhältnisse der Axe die Rede sein.

Die Epidermis junger Zweige ist abgesehen von anderweitigen Trichomen, wie die der Blätter, häufig mit kleinen, zum Theile in Vertiefungen eingesenkten Aussendrüsen besetzt, welche aus einem kurzen, etwa dreizelligen (selten längeren), einreihigen Stiele und einem kleinen, meist ovalen und etwas zur Seite geneigten, wenigzelligen Köpfchen bestehen, mitunter aber schülferchenartige Gestalt annehmen (s. oben p. 243, 310).

Die Korkbildung geht fast immer von der unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Zellschichte, nur selten von einer der nächst inneren Schichten aus (Arten von Otophora, Lepisanthes, Talisia, Nephelium, Stocksia). Eine bemerkenswerthe Abweichung zeigen Dodonaea und Distichostemon. Hier beginnt die Korkbildung in der zunächst nach innen von dem Sklerenchymringe gelegenen Zellschichte, ist von der Bildung eines mehrschichtigen Phelloderms begleitet und erneuert sich später innerhalb eines an der inneren Grenze des Phelloderms entstehenden zweiten Sklerenchymringes, welcher aber echte Bastfasern nicht, vielmehr nur sogenannte Stabzellen in sich schliesst. In ähnlicher Weise folgt die Bildung eines dritten Sklerenchymringes u. s. w. unter jedesmaligem Anschlusse neuer Korkbildung, so dass sich, während die äusseren Schichten abgeworfen werden, eine 2—4-fache Zone von Sklerenchym und Kork an dem Zweige erhält.

Im allgemeinen sind die Zellen des Korkes ziemlich dünnwandig. Doch tritt bei verschiedenen Gattungen eine theilweise, auf die inneren Tangentialwandungen beschränkte Verdickung auf, bei Laccodiscus eine solche der äusseren Tangentialwandungen und bei Blighia eine Verdickung sämmtlicher Wände bei einem Theile der Zellen.

Das Holz, welches bei manchen Arten grosse Festigkeit besitzt, wie gelegentlich schon durch deren Namen angedeutet wird (Quiebra hacha, d. i. Beilbrecher, Thouinia striata; Stadmannia Sideroxylon; Bois de fer de Judas, Cossignia triphylla und pinnata), ist durchweg nur von schmalen Markstrahlen durchsetzt, welche nur 1—2, höchstens 3—4 Zelllagen in sich schliessen. So breit wie z. B. bei den Menispermaceen sind dieselben bei den Sapindaceen nie. Auch die anomal gebauten Paullinieen haben keine breiten Markstrahlen. Verhältnissmässig breit fanden

sie sich stellenweise bei Serjania faveolata und bei Erioglossum rubiginosum.

Die Gefässe des Holzes besitzen bei der Mehrzahl der Sapindaceen ein mässig weites Lumen. Der mittlere Gefässdurchmesser beträgt meist 0,03—0,06 mm. Bei einigen Gattungen, wie z. B. Toulicia, Hornea, Melicocca, Tristiropsis, Pometia, Eriocoelum u. a. erreicht derselbe 0,07—0,08 mm. Einen Gefässdurchmesser über 0,1 mm besitzen nur die bekanntlich Lianen bildenden Paullinieen, bei denen durchweg die Gefässe sehr weitlumig sind. Wie schon in der Charakteristik, p. 173, bemerkt, besitzen die Gefässe einfach durchbrochene Zwischenwandungen (wie im allgemeinen auch bei den nächst verwandten Familien); die wenigen kaum nennenswerthen Ausnahmen haben schon an der dortigen Stelle ihre Erwähnung gefunden (p. 174). Die Seitenwandungen der Gefässe sind, wie ebenfalls schon oben, p. 173, erwähnt, mit Hoftüpfeln versehen, nicht nur wo sie andere Gefässe berühren, sondern auch an den Berührungsstellen mit den Holzparenchym- und den Markstrahlzellen, deren correspondirende Tüpfel übrigens einfach sind. Bei einigen wenigen Arten kommt auch mehr oder minder deutliche spiralige Streifung der Gefässwand vor (Valenzuelia, Koelreuteria paniculata, Stocksia, Dodonaea multijuga und andere Dodonaea-Arten).

Das Holzprosenchym besitzt einfache Tüpfel (keine Hoftüpfel). Vereinzelte dünne Querwände (ähnlich den oben p. 321 für die Fasern der Sklerenchymscheide erwähnten) zeigen die Prosenchymzellen fast aller Gattungen; vermisst wurden dieselben nur bei den Arten von Serjania, Paullinia und Urvillea aus Tribus I, bei Valenzuelia aus Tribus II, bei Cossignia (incl. Melicopsidium) und Llagunoa aus Tribus XI, bei Loxodiscus, Diplopeltis, Dodonaea zum Theile und Distichostemon aus Tribus XII, bei Harpullia zum Theile und Xanthoceras aus

Tribus XIV. Das Holzprosenchym ist bei den Sapindaceen nie weitlumig und dünnwandig, wie vergleichsweise bei der Linde. Doch besitzt es meist ein nicht gerade enges Lumen und dabei ziemlich dicke Wände. Relativ weitlumig ist das Holzprosenchym beispielsweise bei Porocystis toulicioides, Toulicia guianensis und Koelreuteria paniculata. Sehr dickwandiges und englumiges Prosenchym findet sich im Holze der Dodonaea-Arten, von Distichostemon, Cossignia pinnata, Lepisanthes deficiens. Mitunter kommt es vor, dass man zweierlei Holzprosenchym auf dem Zweigquerschnitte erkennen kann: dickwandiges und englumiges einerseits, solches mit weiterem Lumen andererseits; letzteres ist dann häufig mit einzelnen Querwänden versehen (s. z. B. Xerospermum Noronhianum) und bildet gleichsam einen Uebergang zum Holzparenchyme. Wie letzteres, so führt auch das Holzprosenchym mitunter Stärke, so z. B. bei Erythrophysa undulata.

Das Holzparenchym ist meist nur spärlich und besonders in Umgebung der Gefässe entwickelt. Bei vielen Arten sind demselben krystallführende Zellreihen eingestreut. Reichlicher und dann meist in tangentiale Binden geordnet zeigt es sich bei Sapindus trifoliatus und oahuensis, Deinbollia pinnata, Hebecoccus ferrugineus, Lepisanthes acuminata und deficiens, Melicocca bijuga und Magonia pubescens. In stärkeren Zweigen mag ähnliches auch bei anderen Arten zu finden sein.

Nur selten tritt eine Art Gummi-Metamorphose und dadurch bedingte Destruirung des Holzes nebst Ausfüllung der Gefässe mit einer gummiartigen Masse auf (Dilodendron bipinnatum; sieh „über Sapindus“ p. 357).

Das Mark besteht gewöhnlich aus stärkeführenden Zellen, neben welchen auch Steinzellengruppen oder vereinzelte Steinzellen in mehr oder minder reichlichem Masse auftreten können. Bei Molinaea cupanioides und retusa

zeigte sich dasselbe fast ganz aus Steinzellen bestehend. Querbinden solcher finden sich nicht. In manchen Fällen kommen auch in ihm Secretzellen vor. Bei Arten von Toulicia, Guioa und Mischocarpus treten im Marke rudimentäre Gefässbündel oder blosse Faserbündel auf.

Die Axe ist, wie das Blatt, häufig durch das Auftreten von Secretzellen ausgezeichnet (wie dieselben ganz regelmässig auch den Meliaceen zukommen). Secretlücken (wie bei den Rutaceen) oder Secretgänge (wie bei den Burseraceen und Anacardiaceen, ferner bei vielen Simarubaceen) fehlen.

Die Secretzellen der Axe sind in der Regel schwieriger als die des Blattes nachzuweisen. Sie können in der primären und secundären Rinde, sowie im Marke auftreten. Bei bestimmten Arten finden sie sich nur in einem dieser Theile vor, bei Valenzuelia und Stocksia z. B. nur in der primären Rinde, bei anderen in allen, wie z. B. bei den zur Untersuchung gelangten Arten von Thouinia und Cupania.

Sie sind meist in der Längsrichtung der Zweige gestreckt. Insbesondere gilt diess für die Secretschläuche, die sich im Baste finden. Im Marke und in der primären Rinde treten auch kürzere Secretzellen auf. Häufig sind sie, besonders die des Bastes und der primären Rinde, durch ein weites Lumen ausgezeichnet. Ausserordentlich weitlumig sind beispielsweise die sehr zahlreichen Secretzellen der primären Rinde bei Plagioscyphus cauliflorus, deren Durchmesser 0,108 mm und mehr beträgt. Die Secretzellen im Baste von Synima Cordierii erreichen den ebenfalls verhältnissmässig (d. h. im Verhältnisse zu den übrigen Bastelementen) beträchtlichen Durchmesser von 0,036 mm. Die Secretzellen des Markes zeichnen sich vor den übrigen Zellen desselben häufig durch einen kleinen Querschnitt aus.

Was die Anordnung der Secretzellen auf dem Zweigquerschnitte anlangt, so erscheinen die Secretzellen des Markes und der primären Rinde isolirt. Die der secundären Rinde sind mitunter zu Gruppen vereiniget, z. B. bei Jagera pseudorhus, Pometia tomentosa, Thinouia myriantha. Hinsichtlich der Anordnung in der Längsrichtung ist hervorzuheben, dass besonders die Secretzellen der primären Rinde sehr häufig Längsreihen von verschiedener Ausdehnung bilden; diese bestehen aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von selbst bald stark bald wenig der Länge nach gestreckten Zellen. Solche Längsreihen beobachtet man z. B. in der primären Rinde von Toulicia megalocarpa, Plagioscyphus cauliflorus, Zollingeria macrocarpa, Tristiropsis acutangula, Haplocoelum inopleum, Xerospermum Noronhianum, Cupania americana u. a. Auch die Secretzellen in Mark und Bast zeigen bisweilen eine solche Anordnung. Vielgliederige Längsreihen finden sich beispielsweise im Marke von Allophyllus Cobbe. Im Baste kommen seltener mehrere Secretzellen über einander (so bei Valenzuelia), häufiger nur deren zwei, wie bei Zollingeria macrocarpa, Castanospora Alphandi u. a., vor.

Was das Secret anlangt, so zeigt dasselbe in der Axe bei verschiedenen Arten ähnliche Verschiedenheiten, wie in den Secretzellen des Blattes.

Besondere Erwähnung verdient die Anordnung der Secretzellen bei Stocksia. Hier bilden dieselben mehrreihige (8—12-reihige) Stränge, welche wenige Zelllagen unter der Epidermis in der Richtung der Axe verlaufen und dem blossen Auge als erhabene Linien auf der Zweigoberfläche sichtbar sind. Die betreffenden Zellen sind weitlumig und kaum länger als breit. Ihr Inhalt zeigt eine gummiartige Beschaffenheit.

In den Zweigen findet sich, wie im Blatte, der oxalsaure Kalk niemals in der Form von Rhaphiden; in einer

Art von Styloiden (sieh oben p. 114) nur bei Diatenopteryx im Baste; ausserdem in Rinde, Holz und Mark stets in klinorhombischen (hendyoëdrischen) Einzelkrystallen, Zwillingen oder Drusen, und zwar entweder nur in Einzelkrystallen oder aber in Einzelkrystallen und Drusen, welch letztere dann meist an Menge den ersteren nachstehen. Bei keiner Sapindacee kommen ausschliesslich Krystalldrusen in der Axe vor. Ueber das Auftreten der Einzelkrystalle und Drusen in den verschiedenen Geweben der Axe sei Folgendes bemerkt.

Das Mark ist gelegentlich sehr reich an Einzelkrystallen, wie bei Thouinia simplicifolia, Atalaya salicifolia, Melicocca bijuga, Cossignia trifoliata und Doratoxylon. Drusen wurden neben spärlicher auftretenden Einzelkrystallen z. B. im Marke von Deinbollia borbonica, Erythrophysa undulata, Dodonaea stenoptera, Harpullia philippinensis, Drusen allein im Marke von Xanthoceras beobachtet.

Im Holze finden sich nur Einzelkrystalle in reihenweise geordneten Zellen (sogenannten Kammerfasern) in bald geringerer, bald grösserer Menge, ohne aber bei allen Arten vorzukommen.

Die primäre Rinde enthält bei den Sapindaceen sehr häufig Einzelkrystalle. Dieselben finden sich sowohl im äusseren und mittleren Theile derselben, als auch in directer Nachbarschaft der gemischten und continuirlichen Sklerenchymscheide oder in Zellen der letzteren selbst vor. Reichlich sind die Einzelkrystalle z. B. in dem primären Rindengewebe bei Doratoxylon und in Umgebung der Scheide bei Deinbollia borbonica und Laccodiscus ferrugineus. Drusen kommen beispielsweise in der primären Rinde von Deinbollia borbonica, Aphanococcus, Hebecoccus, Scyphonychium multiflorum, Koelreuteria paniculata, Stocksia und Erythrophysa undulata vor.

Die secundäre Rinde enthält den oxalsauren Kalk sowohl in den Markstrahlen, als auch im Bastparenchyme. Das Markstrahlgewebe enthält meist Einzelkrystalle (Talisia guianensis, Blighia sapida etc.), mitunter aber auch vorwiegend Drusen (Toulicia, Deinbollia und Schleichera trijuga). Das den oxalsauren Kalk enthaltende Bastparenchym ist gefächert, sogenannte Kammerfasern bildend. Es findet sich, Einzelkrystalle enthaltend, oft reichlich, z. B. bei Thouinia simplicifolia, Alectryon serratum, Xerospermum Noronhianum, Cupania americana, Matayba elegans, Diploglottis australis, Storthocalyx sordidus, Dodonaea, Hypelate, Hippobromus, Doratoxylon. Gekammertes Bastparenchym mit Drusen, welches bei anderen Familien, z. B. den Rutaceen vielfach vorkommt, ist hier verhältnissmässig selten; beobachtet wurde es z. B. bei Koelreuteria paniculata, Sapindus oahuensis und Erythrophysa undulata.

Was von den anatomischen Verhältnissen der Axe und des Blattes den verwandten oder wenigstens im Habitus ähnlichen Familien gegenüber als besonders charakteristisch und desshalb in systematischer Beziehung besonders werthvoll erscheint, ist, um es nochmal hervorzuheben, einerseits der Sklerenchymring, die einfache Durchbrechung der Gefässzwischenwände, das Besetztsein der Gefässe mit Hoftüpfeln auch in der Nachbarschaft von Parenchym und das einfach getüpfelte Holzprosenchym, sowie für nicht wenige eine eigenthümliche Anomalie der Stamm- und Zweigstructur, andererseits das häufige Auftreten der im Vorausgehenden erwähnten Secretzellen, sowie auch der kleinen Aussendrüsen; ferner der Saponingehalt, der jene (wie auch andere Theile) auszeichnen kann.

Durch Rücksichtnahme auf diese Verhältnisse allein schon ist es in der Regel leicht, die Arten mit zusammengesetzten Blättern — und meist auch die diesen gegenüber

eine verschwindend kleine Zahl bildenden Arten mit einfachen Blättern — als Sapindaceen zu erkennen.

Es ist sicherlich ein sehr schätzbarer Gewinn, welcher sich aus der anatomischen Methode in ihrer Anwendung auf die Sapindaceen sowohl für die Charakterisirung derselben im allgemeinen, wie im einzelnen, als für die Aufdeckung ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander ergeben hat. Welcher Vortheil, welche Sicherheit, welcher Reichthum von Charakteren erwächst dadurch der heutigen Systematik im Vergleiche mit jener früherer Tage und selbst noch jener Tage, in welchen ich meine ersten Resultate aus der Bethätigung der neuen Methode der British Association zu Norwich (im August 1868) vorlegte und den zweifelsvollen Coryphäen der damaligen systematischen Schule zu zeigen versuchte, welche Sicherheit man für die Unterscheidung der bis dahin auch in fructificirten Materialien immer und immer wieder mit einander vermengten Serjania-Arten aus der Beachtung ihrer Zweigstructur gewinnen könne.[1])

---

1) Um durch eine concrete Nutzanwendung das Gesagte noch weiter zu bekräftigen, so mag hier mitgetheilt sein, dass den erwähnten anatomischen Merkmalen nach die unter dem Namen Paullinia oceanica Bull (Catal. 1875, p. 8, nach Morren, La Belgique horticole XXVI, 1876, p. 157) seit 1875 aus Polynesien in die europäischen Gärten gelangte Pflanze mit zerstreut stehenden, in ihrem unteren Theile doppelt, im oberen einfach gefiederten Blättern und eingeschnitten stumpfzähnigen Blättchen, welche Pflanze noch kein Botaniker meines Wissens blühend gesehen hat, wohl keine Sapindacee ist, da ihr der geschlossene Sklerenchymring fehlt, dass sie dagegen darnach und mit Rücksicht auf die ihr eigenen Secretzellen mit aller wünschenswerthen Bestimmtheit als eine Meliacee bezeichnet werden kann und zwar mit grosser Wahrscheinlichkeit wieder als Typus einer neuen Gattung, welcher ich, weil ihr ein höher zusammengesetztes Blatt zukommt, wie sonst in der Familie der Meliaceen nur der Gattung Melia, den Namen Meliadelpha (M. oceanica) ertheilen will. Was zur Charakterisirung derselben

IX. Stellung der Familie.

Es erübrigt mir noch, die Verwandtschaftsverhältnisse der Familie der Sapindaceen als solcher, das heisst ihre Stellung im Systeme in Betracht zu ziehen.

In dieser Hinsicht hat sich mir mit immer steigender Nöthigung die Meinung aufgedrängt, dass die Sapindaceen (im Zusammenhange mit den Hippocastaneen und Acerineen, wie sich nach dem früher Gesagten von selbst versteht) als am nächsten verwandt mit denjenigen Familien zu betrachten sind, welche am häufigsten und hartnäckigsten mit denselben verwechselt wor-

---

ausser dem Angeführten noch weiter hervorgehoben werden kann, das ist das Vorkommen von kleinen Aussendrüsen auf dem zugleich durch wellig-buchtige Epidermiszellen ausgezeichneten Blatte und von eigenartigen Krystallzellen, denen von Citrus ähnlich, besonders an der oberen Blattseite, ein Vorkommniss, welches auch bei anderen Meliaceen zu beobachten ist, namentlich bei Dysoxylon-Arten (s. Radlkofer über Cupania, Sitz.-Berichte der kgl. bayer. Academie, 1879, p. 597). Von den rundlichen oder eiförmigen Fiederchen, welche ein basales und ein apicales Joch zu bilden pflegen, sind die letzteren nicht selten mit dem dann lang gestielt erscheinenden Endtheile der Fiedern verschmolzen; die obersten Fiedern erscheinen überhaupt meist einfach, und mitunter ist das ganze Blatt nur einfach gefiedert. So öfters bei der cultivirten Pflanze (mit 6—8 Fiedern an dem 10—20 cm langen Blatte), bei der ich an zusammengesetzten Fiedern auch immer nur das untere Fiederchenpaar ausgebildet gesehen habe. Die reichere Gliederung des Blattes zeigte sich an einem hieher zu rechnenden Exemplare aus Neu-Caledonien, welches durch Ferd. v. Müller an das Pariser Museum gelangt ist (mit 7—8 Fiederpaaren an dem 20—30 cm langen Blatte).

Ein anderes Exemplar aus ganz derselben Quelle (mit n. 46 bezeichnet) zeigt einen gedrungeneren Wuchs (meist 10 Fiederpaare auf ein nur 15 cm langes Blatt) und durchaus rundliche (0,5—1 cm messende), nur buchtige Fiederchen, sowie stärkere Behaarung an deren Unterseite und an der Blattspindel. Dasselbe mag als Repräsentant einer besonderen Art angesehen sein und Meliadelpha conferta heissen.

den sind. Es sind das, wie ich in meiner Abhandlung über Sapindus (Sitzungsberichte 1878, p. 233 Anmerkung, und p. 314) und in meiner Rede über die anatomische Methode (1883, p. 28 Anmerkung) erwähnt habe, die Meliaceen und Anacardiaceen, weiter im Gefolge dieser die Burseraceen, im Gefolge jener die Simarubaceen und Rutaceen.

In dieser Verwandtschaftsscala mag die Voranstellung der Meliaceen einigermassen befremdlich erscheinen, obwohl eine gewisse Verwandtschaft derselben mit den Sapindaceen auch schon früher (sieh Endlicher Gen. p. 1047 und Harvey et Sonder Flor. capensis I, 1859—60, p. 236—244, in welch letzterem Werke sie unter Zwischenschiebung der aus den weiter oben schon besprochenen Gattungen Ptaeroxylon und Aitonia gebildeten Familien der Ptaeroxyleen Sond. und Aitonieen Harv. neben einander gestellt sind) angenommen oder gelegentlich sogar dringend urgirt worden ist (wie von Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 486, leider aber auf Grund mit so wenig Recht den Sapindaceen zugewiesener Gattungen, wie Aitonia), während von Anderen wieder gegen eine unmittelbare Aneinanderreihung der Sapindaceen und Meliaceen Bedenken erhoben worden sind (sieh C. De Candolle, Monographie der Meliaceen 1878, p. 415). Das Befremdliche ist auch sicherlich vorhanden, wenn man das Verwandtschaftliche zu ausschliesslich in den gestaltlichen Verhältnissen der Fructificationsorgane sucht, wogegen schon wiederholt gewiegte Systematiker, wie z. B. J. E. Planchon und Agardh sich ausgesprochen haben[1]), und wenn man einzelne solche Ver-

1) Sieh die schon oben p. 234 citirte Abhandlung von J. E. Planchon, on Meliantheae, in Transact. Linn. Soc. XX, 3, 1851, p. 412: „. . But here as everywhere care must be taken not to confound floral analogy with real signs of immediate connexion; not to mistake parallelism of structur for that direct tendency which habit,

hältnisse der Fructificationsorgane, die sich unter dem Drange nach Realisirung des Fortpflanzungsprocesses verhältnissmässig leicht in verschiedener Weise modificiren zu können scheinen, höher als die gesammte übrige Organisation anschlägt, z. B. für die Meliaceen den „Tubus stamineus" und die „scheibenförmige Narbe", nach welchen Verhältnissen es scheint, dass dieselben kaum einer anderen Gruppe als den sicherlich damit in naher Beziehung stehenden Aurantieen an die Seite gestellt werden könnten, wie es bei Endlicher in dessen Classe der Hesperides geschehen ist; oder die meist „paarweise im Fruchtfache entwickelten, epitropen, hängenden Samenknospen", wornach dieselben den Burseraceen als nächste Verwandte angereiht wurden, wie in Bentham & Hooker Genera, während man die nächsten Verwandten der Sapindaceen mit Rücksicht auf einige flügelfrüchtige Gattungen in den fast durchaus flügelfrüchtigen Malpighiaceen (sieh Endlicher und Baillon), und eben um ihrer „Flügelfrüchte" halber (wovon schon oben p. 234 bei

---

the true touchstone of affinities, points out mor or less clearly from one natural group to another."

Ferner Agardh, Theoria systematis plantarum (1858), p. 171, an welcher Stelle es sich um die von Linné unter dem Namen der Gruinales zusammengefassten, verschiedenen Familien angehörigen Gewächse handelt: „Mihi vero non tantum characteres e flore desumtos in plantarum affinitate dijudicando consulendos existimanti, ordines a Linnaeo conjuncti analogi potius quam affines habentur. Organa vegetationis longe diversa diversos typos mihi indicant, quorum quisque in his plantis formam suam evolutione conformi florum analogam habeant." Dieser Ausspruch, dem sicherlich viel Richtiges zu Grunde liegt, gewinnt eine höhere Bedeutung, wie mir scheint, wenn man unter „Verschiedenheit der Vegetationsorgane" nicht bloss die äussere, den Habitus bedingende, sondern besonders auch die anatomische Verschiedenheit versteht, die Verschiedenheit der Bausteine am organischen Gebäude, worauf ich im Obigen sogleich zurückkommen werde.

Beleuchtung der Gattung Hornea die Rede war), oder zugleich (wie Eichler), um ihrer doch in ganz anderer Weise als bei den Malpighiaceen geregelten „schiefen Blüthensymmetrie“ halber erblicken zu müssen glaubte, oder in den mit den Malpighiaceen selbst wieder nahe verwandten Erythroxyleen mit Rücksicht auf die hier und dort auftretenden eigenthümlichen „Blumenblattschuppen“ (wovon ebenfalls schon früher, p. 237, die Rede war), und dergleichen mehr.

Anders stellt sich die Sache dem auch auf die anatomischen Merkmale mit entsprechender Aufmerksamkeit gerichteten Blicke dar, der zur Erfassung des eigenthümlichen Charakters eines organischen Bauwerkes, eines Organismus, wie ich es schon an anderer Stelle ausgedrückt und betont habe (Rede über die anatomische Methode 1883, p. 48 und über Forchhammeria, Sitzungsberichte etc. 1884, p. 89, 98) nicht bloss die Umrisse desselben, sondern auch das Material und die Mache, die Natur der Bausteine und die Art ihrer Verwendung in Betracht zieht und darnach auf den Plan und die Bedeutung des Ganzen zurückschliesst.

Auf diesem Wege, und namentlich wenn unser Blick allmälig auch für Erfassung des moleculären Aufbaues die wünschenswerthe Schärfe gewonnen haben wird, dürfen wir vielleicht hoffen, auch für die Organismen etwas dem Axenkreuze und dem regulären Punktsysteme des Krystallographen Entsprechendes zu finden, was uns erst vollständig befähigen wird, die Verschiedenheit des inneren Wesens äusserlich ähnlicher Gebilde und die innere Einheit äusserlich verschiedener Gestaltungen bestimmt zu erkennen, wie etwa die Wesensverschiedenheit des regulären vom quadratischen Octaëder und die nahe Beziehung des ersteren allein zum Dodekaëder u. s. w.

Wenden wir das, so weit es gegenwärtig möglich, auf die in Rede stehenden Gewächse an und fassen wir, wozu schon immer ein mehr oder minder unwiderstehlicher Drang durch die Natur der Dinge sich geltend gemacht hat, unter den Eucyclicae Haustein's oder den Disciflorae Bentham's und Hooker's diejenigen Familien in eine Gruppe oder Cohorte zusammen, welche sich durch das Auftreten besonderer, ätherisches Oel, Balsam oder Harz führender Secretionsorgane auszeichnen, und für welche die schon von Endlicher für eine allerdings nur zum Theile die gleichen Familien in sich schliessende Gruppe gebrauchte Bezeichnung der Terebinthineae (oder wie man für die veränderte Gruppe, und um an die analoge Gruppe der Guttiferae unter den Thalamifloren zu erinnern, auch sagen könnte: der Terebinthiferae, oder, wenn man im Anschlusse an die Cohortenbezeichnung von Bentham und Hooker so lieber will: der Terebinthales) als völlig angemessen erscheint, für welche aber vielleicht noch besser die kürzere und direct an den Namen der das Wesen der ganzen Gruppe anscheinend am besten illustrirenden Familie der Rutaceen anknüpfende und in dem Systeme von Lindley bereits für eine sehr ähnliche Familiengruppe gebrauchte Bezeichnung „Rutales" verwendet werden kann, so erhalten wir damit eine zunächst durch ihre anatomischen Verhältnisse in hervorragender Weise ausgezeichnete Gruppe, innerhalb welcher auch die Fructificationsorgane keine derartigen Verschiedenheiten zeigen, dass dem anatomischen Befunde dadurch eine gefährliche Klippe erwüchse. Diese Gruppe umschliesst die Familien der Rutaceen (in dem weiteren Sinne von Bentham & Hooker und einschliesslich der Amyrideen), der Burseraceen, der Anacardiaceen, der Meliaceen und der Sapindaceen, mit den Hippocastaneen und Acerineen im Gefolge, und ausserdem noch die von vielen Autoren geradezu mit den Rutaceen vereinigten

Simarubaceen, bei welchen die Secrete der übrigen zum Theile durch eigenthümliche Bitterstoffe vertreten erscheinen.[1])

Diese Familien lassen sich naturgemäss in eine Hauptreihe mit im allgemeinen epitropen, und in eine Nebenreihe mit im allgemeinen apotropen Samenknospen ordnen.

1) Dass die, wie anderwärts, so auch in Bentham & Hooker noch den Simarubaceen um der Beschaffenheit ihres Gynoeciums halber nahe gerückten Ochnaceen nicht hieher gehören, haben schon Engler und Eichler (sieh des letzteren Blüthendiagramme, II, p. 257 ff.) dargethan, von denen sie der Erstere mit den nahe verwandten Sauvagesiaceen zu den Polycarpicae, der Letztere zu seinen Cistifloren bringt.

Der Familie der Sabiaceen (oder Meliosmeen Endl.) scheint ebenfalls ein anderer Platz als wie in Benth. Hook. Gen., wo sie den Anacardiaceen folgen, oder wie in Endlicher, der sie den Sapindaceen angereiht hat, angewiesen werden zu müssen, und zwar wahrscheinlich an der schon früher von ihnen eingenommenen Stelle in der Nähe der Menispermaceen, Berberideen und Laurineen, worauf sowohl anatomische als morphologische Charaktere hindeuten, wovon ein anderesmal des Näheren die Rede sein mag.

Was weiter die von Endlicher den Terebinthineen beigezählten Juglandeen und Connaraceen betrifft, so haben dieselben in den neueren Systemen wohl den richtigen Platz bereits erhalten, die ersteren bei den Amentaceen, die letzteren in der Nähe der Leguminosen, von denen sie, so zu sagen, nur eine Form mit gewöhnlich mehrgliedrigem, apocarpem Gynoecium und aufrechten orthotropen Samenknospen darstellen. Die den Schluss der Terebinthineae bei Endlicher bildenden Zygophylleen, mit den (schon oben p. 112 etc. besprochenen) Meliantheen und den Biebersteinieen im Gefolge, werden später bei Betrachtung der Cohorte der Geraniales ihre Erwähnung finden, gleichwie die mit den Sapindaceen als Acera von ihm zusammengefassten Malpighiaceen und Erythroxyleen (s. auch im Vorausgehenden p. 334, 335). Die den Acera noch weiter von Endlicher eingefügten Rhizoboleen DC., haben bei Bentham und Hooker eine Stelle als Tribus der Ternströmiaceen gefunden und kommen hier nicht weiter in Betracht.

Die Hauptreihe umfasst die Rutaceen, Simarubaceen, Burseraceen und Meliaceen, über deren Verwandtschaft unter einander, da sie allgemein anerkannt ist (sieh darüber auch Engler, Monographie der Burseraceen, 1883, p. 3) kaum etwas zu sagen nöthig ist. Bezüglich des ausnahmsweisen Vorkommens von apotropen Samenknospen in dieser Reihe verweise ich auf das schon oben über gewisse Ruteen (p. 142), über Alvaradoa (p. 142), über Ptaeroxylon, Cedrela und Synoum (p. 163) Bemerkte.

Die Nebenreihe bilden die Anacardiaceen und Sapindaceen (mit den Hippocastaneen und Acerineen im Gefolge), welche auch wieder unter sich, namentlich seit ihrer Vereinigung in eine Cohors in Benth. Hook. Gen., als genügend nahe verwandt betrachtet werden (sieh darüber auch Engler, Monographie der Anacardiaceen, 1883, p. 174), um weitere Worte darüber als überflüssig zu erachten. Ebenso ist im Hinblicke auf das oben (p. 205) über die Gliederung der Sapindaceen und (p. 206) über die anomospermen Sapindaceen Gesagte unnöthig, nochmals an das ausnahmsweise Vorkommen epitroper Samenknospen in dieser Reihe zu erinnern.

Dass nun die Anacardiaceen, trotz der Apotropie ihrer Samenknospen, selbst wieder ihrem ganzen übrigen Wesen nach als den Burseraceen nahe verwandte Gewächse zu betrachten sind[1]), das ist durch ihre Nebeneinanderstellung

1) Ausser dem schon Bekannten mag in dieser Hinsicht aus den von Herrn Dr. Solereder über die Zweigstructur durchgeführten Untersuchungen hervorgehoben sein, dass diese beiden Familien allein unter den Rutales durch ein eigenthümliches Verhalten der mit Markstrahl- und Holzparenchym in Berührung stehenden Gefässwände ausgezeichnet sind, welches ich seiner Zeit schon bei der Ueberführung von Dobinea zu den Anacardiaceen erwähnt habe (sieh diese Sitzungsber. 1888, p. 387), und welches darin besteht, dass an Stelle der Hoftüpfel meistentheils grosse einfache Tüpfel auftreten, so dass

in dem Systeme schon so oft und immer wieder zum Ausdrucke gelangt, bei Endlicher so gut, als bei De Candolle, Baillon und Eichler, dass ein Widerstreben dagegen sich nie hat dauernde Geltung verschaffen können, wie denn auch Eichler gegenüber der Ablösung der Anacardiaceen von den Burseraceen und ihrer Uebertragung in die Gruppe der „Sapindales" durch Bentham und Hooker sich geradezu dahin aussprach, dass die Anacardiaceen, die man häufig mit den Burseraceen ganz zusammengezogen hat, jedenfalls in der nämlichen Gruppe mit denselben bleiben müssen.

Den Widerstreit zwischen diesen Anschauungen vermittelt das eingangs dieser Betrachtung über die Verwandtschaftsverhältnisse der Sapindaceen schon ausgesprochene Ergebniss meiner in dieser Richtung gepflogenen Studien,

---

solche Wände weitläufig netzfaserig oder selbst nur querfaserig verdickt erscheinen.

Gelegentlich der Wiedererwähnung der schon im Beginne der gegenwärtigen Abhandlung an einer anfangs April durch die Presse gegangenen Stelle, p. 109, berührten Gattung Dobinea freue ich mich, bezüglich der dort von mir aus Podoon Delavayi Baillon gebildeten Dobinea Delavayi noch anführen zu können, dass gemäss der am 27. Mai mir zugekommenen Nummer 105 des Bulletin de la Société Linnéenne de Paris, Sitzung vom 2. April 1890, p. 834, Baillon nun selbst auch der Meinung geworden ist, dass seine Gattung Podoon mit Dobinea zusammenfalle. Wenn derselbe dabei wiederholt Gewicht auf die gegenständigen Blätter der D. vulgaris legt, so erinnere ich daran, dass ich schon bei der Ueberführung derselben von den Acerineen zu den Anacardiaceen in diesen Sitzungsberichten, 1888, p. 393 hervorgehoben habe, dass auch zerstreut stehende Blätter an derselben nicht selten vorkommen. Ein triftiger Grund weiter zur Auffassung dieser durch und durch echten Anacardiaceen-Gattung als einer besonderen Familie, wie sie Baillon früher unter dem nunmehr seiner Meinung nach eventuell durch die Bezeichnung Dobineaceae zu ersetzenden Namen der Podoonaceae in Vorschlag gebracht hat, ist sicherlich nicht vorhanden.

welches eine Herübernahme auch der Sapindaceen in die gleiche Gruppe, welcher nach Eichler die Anacardiaceen zuzuweisen sind, verlangt, weil, um mich den Worten Eichlers anzuschliessen, die Sapindaceen jedenfalls in der nämlichen Gruppe ihren Platz finden müssen, wie die Meliaceen. Anstatt also die Anacardiaceen aus ihrer natürlichen Verbindung mit den Burseraceen herauszureissen, um sie mit den ihnen verwandten Sapindaceen in Berührung zu bringen, sind vielmehr die Sapindaceen in jene Familien-Gruppe mit einzureihen, welche die in Verbindung mit den Burseraceen erhaltenen Anacardiaceen in sich schliesst, und zwar nicht bloss um ihrer nahen Beziehungen zu den Anacardiaceen halber, sondern weil in dieser Gruppe auch die mit den Sapindaceen wohl überhaupt die nächsten Beziehungen verrathende Familie der Meliaceen ihren naturgemässen und längst gesicherten Platz gefunden hat.

Wie die Anacardiaceen zu den Burseraceen, so verhalten sich nämlich die Sapindaceen zu den Meliaceen, deren ersteren (Sapindaceen) die epitropen Samenknospen so wenig fremd sind, wie den letzteren (Meliaceen) die apotropen (sieh oben p. 338), und welche so auch wieder den Unterschied hierin zwischen den Burseraceen und Anacardiaceen als einen lange nicht so erheblichen, wie er Manchen erscheint, darzustellen geeignet sind.

Die letzt genannten Familien — Simarubaceen, Burseraceen, Anacardiaceen, Meliaceen, Sapindaceen — können alle als Abkömmlinge oder Seitenglieder der Rutaceen aufgefasst werden, deren in Rinde und Blatt enthaltene Secretlücken bei den Burseraceen und Anacardiaceen sich in Secretgänge des Weichbastes[1]) und

1) Es mag hier bezüglich der in Bentham & Hooker Gen. I, Addend. p. 993 (1867) den Burseraceen als „sehr anomale, mit Protium anscheinend verwandte“ Pflanze einverleibten, monoty-

bei den Anacardiaceen zum Theile auch des Markes umgebildet haben, theilweise aber auch daneben noch als Secrethöhlen erhalten blieben, wie nach Engler bei

---

pischen, von Welwitsch aufgestellten und inzwischen in den Transact. Linn. Soc. XXVII, 1869, p. 20, tab. 7 auch beschriebenen, ferner in Oliver Fl. trop. Afr. I, 1868, p. 323 und in Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 311 aufgeführten, in der Burseraceen-Monographie von Engler, 1883, aber mit Stillschweigen übergangenen Gattung Paivaeusa (mit P. dactylophylla Welw. aus Angola) erwähnt sein, dass sie bei Untersuchung durch Herrn Dr. Solereder als der betreffenden Secretgänge entbehrend sich erwiesen hat.

Dieselbe gehört aber auch sicher nicht zu den Burseraceen.

Schon die Angaben in Bentham & Hooker Gen. erweckten in mir die Vermuthung, dass in derselben eine missdeutete Euphorbiacee zu sehen sei, und die Untersuchung der Pflanze unter Anwendung der anatomischen Methode, wozu ich in dem Herb. DC. Gelegenheit fand, bestätigte diese Vermuthung, so dass ich mit Bestimmtheit aussprechen kann: die Gattung Paivaeusa gehört zu den Euphorbiaceen, mit welchen sie auch Baillon schon (a. a. O.) in einzelnen Stücken, wie in anderen mit Bursera, als verwandt erachtet hatte, und zwar zu der Gruppe der Phyllantheen, in welcher sie ihren Platz unmittelbar neben der ebenfalls monotypischen und ebenfalls im westlichen, tropischen Africa einheimischen Gattung Oldfieldia Benth. & Hook. (mit O. africana Benth. & Hook.) zu erhalten hat.

Entscheidend für diese Auffassung ist namentlich die Beschaffenheit der Pollenkörner, welche ziemlich gross, kugelig, ohne Poren und locker gekörnelt, resp. mit kleinen, stäbchenartigen, mehr oder minder spitzen Erhebungen (Stacheln, aber von geringerer Grösse als sie Baillon in Étude d. Euphorbiac., 1858, tab. XXVI, fig. 6 für Caletia gezeichnet hat) besetzt sind, wie das für einen Theil der Euphorbiaceen schon v. Mohl (über den Pollen, 1834, p. 97) angegeben hat, wie ich es seiner Zeit auch bei der von mir aufgestellten Euphorbiaceen-Gattung Pausandra dargestellt habe (Flora, 1870, p. 86, Tab. 2, Fig. 2), und wie das in noch vollkommener übereinstimmender Weise bei der Gattung Oldfieldia der Fall ist.

Die Antheren werden von den Autoren ähnlich wie bei den in Benth. Hook. Gen. einander nahe gerückten Gattungen Toxi-

Campnosperma und Faguetia in der Rinde, und wie anscheinend auch in dessen „kurzen Harzgängen" im Marke bei denselben Gattungen und bei Metopium und Schin-

codendron Thunb. (Hyaenanche Lamb. — nicht Hyaenachne, wie es in Benth. Hook. Gen. und darnach auch in Durand Index im Texte und im Register heisst), Oldfieldia Hook. und Piranhea Baill. beschrieben, als „antherae erectae, paullo supra basin insertae" (Welw.) oder als „antherae basifixae" (Benth. Hook. Gen.), sie sind aber, genauer genommen, ähnlich wie es durch die Worte „loculis medium versus affixis" für die ebenfalls nahe gerückte Gattung Bischoffia Bl. in Benth. Hook. Gen. ausgedrückt ist, in ihrer Mitte inserirt, und zwar an der nach innen gekehrten Seite, bei subextrorsen, oben wie unten getrennten Fächern (thecae, loculi autor.), so dass sie den allerdings noch deutlicher zweiknöpfigen und noch höher inserirten (subextrorsen) Antheren von Antidesma ähnlich erscheinen, nur dass die für diese Gattung eigenthümliche Ueberneigung der Spitze nach (innen und) unten an den entwickelten Staubgefässen unterbleibt, und die ursprüngliche Richtung, wie in der Knospe, welche von Müller Arg. richtiger als in Benth. Hook. Gen. angegeben ist, erhalten bleibt. Sie werden weiter von Welwitsch als „minute glanduloso-punctatae" bezeichnet; darunter ist aber nur eine papillöse Wölbung der Exotheciumzellen zu verstehen.

Der nach innen von den Staubgefässen stehende, fast kugelig polsterförmige Discus („crenatus") ist ringsum mit Längsfurchen versehen, welche von dem Drucke der Filamente herrühren und in ganz ähnlicher Weise an dem nur etwas flacheren und durch dichte Behaarung verschiedenen Discus („breviter lobatus") von Oldfieldia sich finden.

Hinsichtlich der weiblichen Blüthen seien die bisherigen Angaben nur dahin ergänzt, dass die beiden Samenknospen in jedem der beiden median stehenden Fächer von einem grossen, gemeinschaftlichen sogenannten Obturator bedeckt sind, ähnlich dem von Baillon (Etude etc. tab. XXIV fig. 40) für Drypetes gezeichneten.

Die Frucht habe ich nicht zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Ihre Theile dürften von den Autoren wohl nur missdeutet sein. Doch will ich in leicht sich darbietenden, schon aus der Zeichnung von Welwitsch in Vergleichung mit der Hooker's für Oldfieldia zu entnehmenden Vermuthungen über ihre richtige Auffassung mich hier

opsis (sieh Engler's Botanische Jahrbücher I, 1881, p. 389 etc.), während sie bei den Meliaceen und Sapindaceen, ferner bei den an diese sich enge anschliessenden

---

nicht ergehen, zumal die Stellung der Pflanze auch so schon als eine durchaus gesicherte erscheint. Nur das mag bemerkt sein, dass eine Spaltung und Ablösung des „lederigen, zweiklappigen Epicarpes" von dem „papierartigen Putamen", welches zu der Auffassung der Pflanze als einer „mit Protium nahe verwandten Burseracee" beigetragen zu haben scheint, sich auch bei anderen Euphorbiaceen mit subdrupösen Früchten findet, wie z. B. bei der nahe stehenden Gattung Piranhea Baill., nach von Martius gesammelten, mir vorliegenden Exemplaren.

Was die vegetativen Organe betrifft, so ist das Fehlen von milchsaftführenden Elementen hervorzuheben, welches in vollem Einklange mit der Zugehörigkeit der Pflanze zu den Phyllantheen steht.

Das Blatt ist ausgezeichnet durch eine nur an der Oberseite sich findende, starke Verschleimung der Innenwände zahlreicher Epidermiszellen, welche braunen Gerbstoff enthalten; durch den Aufbau des Mesophylles aus mehreren Schichten in der Richtung der Pallisadenzellen gestreckter, in jeder tieferen Schichte aber kürzer werdender und in der untersten Schichte verflachter Zellen; durch eine an ziemlich grossen, beiderseits mit gewöhnlich zwei den Schliesszellen und unter einander parallelen, schmalen Nebenzellen versehenen Spaltöffnungen reiche Epidermis der unteren Blattseite, welche von einem Filze krauser Haare bedeckt ist. Diese Haare bestehen aus einer kurzen dickwandigen Stielzelle, welche mit ihrem unteren Theile zwischen die Epidermiszellen eingeschoben ist, und aus einer langen, ziemlich dünnwandigen, spitzen, das eigentliche Haar bildenden Zelle.

In allen diesen Stücken zeigt das Blatt von Oldfieldia vollkommene Uebereinstimmung, nur ist es kahl, bis auf wenige ganz kurze Haare an der Unterseite der Nerven. Diese Haare zeigen übrigens, wie die der dichter behaarten Inflorescenzen und Blüthentheile dieselbe Zusammensetzung aus einer kurzen Stielzelle und einer längeren Endzelle, wie bei Paivaeusa. In all diesen Structureigenthümlichkeiten verhalten sich diese beiden (monotypischen) Gattungen, wie sonst Arten einer Gattung.

Hippocastaneen und Acerineen[1]), die neue Gattung Dipteronia Oliv. nicht ausgenommen, durch blosse Secretzellen — wie das ja bei gewissen Rutaceen selbst schon der Fall ist (s. ob. p. 161, Anm., bezüglich Esenbeckia laevicarpa) — ersetzt worden sind und bei den noch weiter in die Hauptreihe einzuschliessenden Simarubaceen durch Bitterstoff führendes Gewebe ohne Hervorbildung besonderer Behälter vertreten erscheinen, soweit sie hier nicht als Secretgänge an der Markperipherie sich erhalten haben, wie bei den von Solereder in der Schrift über die Holzstructur p. 93 aufgeführten Gattungen Simaba, Aruba, Simaruba, Ailanthus, Samadera, Picrasma, Brucea, Picraena, Picrolemma, Soulamea und Amaroria, welchen auch die neue Gattung Picrocardia[2]) sich anreiht,

---

1) Sieh über die letzteren die Angaben in De Bary, vergl. Anat. d. Vegetationsorg., 1877, p. 157, woselbst die Natur der in Rede stehenden Organe als blosser Secretschläuche (d. h. Secretzellen) — gegenüber der „gewöhnlich“ und bei Pax in Engler's Jahrb., VII, 1886, p. 258 auf's neue sich findenden Bezeichnung derselben als Milchsaftgefässen — entsprechend hervorgehoben ist.

2) Diese schon oben p. 140 erwähnte neue Gattung mag hier charakterisirt sein, wie folgt.

Picrocardia m.: Flores unisexuales (dioici?). Flores masculi: Calyx minutus (4—) 5-partitus, aestivatione aperta, lobis deltoideis erectis parcissime pilosiusculis. Petala (4—) 5, linearia, primum incurva, dein reflexa, in alabastro vix contigua, glabra. Discus tumide pulvinaris, in centro depressus, radiatim trisulcatus, margine undulato-lobatus et foveolatus. Stamina duplo petalorum numero, petala subaequantia, subincurvo-erecta, exteriora epipetala cum petalis sinubus disci sub margine inserta, basi interdum cum petalis cohaerentia, interiora episepala paullo altius in sulcis vel foveolis disci inserta; filamenta filiformia glabra; antherae orbiculari-ovatae, supra basin emarginatam insertae, apice retusae, subextrorsae, rimis lateralibus dehiscentes. Pistilli rudimentum nullum. Flores feminei — (non suppetebant). Fructus 2—3-alatus, late obcordatus (12 mm altus, 15 mm latus), indehiscens, subdrupaceus, exsuccus, glaber, 2—3-locularis, loculis toto dorso in alas chartaceas productis, alis superne

oder als Secretgänge in der Rinde, wie bei Köberlinia (s. oben p. 161, Anmerk.), oder als Secretlücken im Blatte, wie (neben Secretzellen in der Rinde) bei Cneoridium (welche Gattung aber von Manchen direct zu den Rutaceen gezogen wird — s. oben p. 161, Anmerk.), wie weiter bei Dictyoloma am Rande der Blättchen und in der Axe und ersteres auch bei Spathelia (bei welcher, wie

---

sensim dilatatis, apice margine interiore styli residuis instructis, nervis oblique patulis parallelis sat crebris percursis, epicarpio parco crystallorum concretionibus foeto, endocarpio sclerenchymatico, glabro. Semina in loculis solitaria, ex apice anguli centralis pendula, inferne crassiora, testa membranacea, albumine parco carnoso (oleo et aleuro foeto), cotyledones radiales, carnosae (oleo et aleuro foetae). — Frutex 10—12-pedalis (teste Milne), cortice amaro, ramis (florigeris) crassiusculis, diametro 7 mm, ductibus resiniferis ad medullae coronam percursis, foliorum cicatricibus confertis undique notatis. Folia alterna, ad apices ramorum conferta, impari-pinnata, 1—2-juga, petiolo foliola subaequante; foliola obovata vel subovalia (majora 6 cm longa, 3 cm lata), petiolulata, penninervia, subtus fusco-reticulata, supra nervos venasque ductus resiniferos gerentia, coriacea, margine revoluta, glabra, nec nisi novella subtus in nervis pilosiuscula, epidermide (praesertim superiore) mucigera. Thyrsi racemiformes, axillares, folia subaequantes, dichasia subverticillata subtriflora gerentes. Flores parvi, pedicellati, bracteati.

Species 1: P. resinosa m. — Novo-Caledonia: Deplanche n. 278 (ins. Taulé, ao. 1861—67, flor. ♂; c. indicatione „Cupania", cf. supra p. 140); Pancher, Mus. Neocaled. n. 196 (fruct.); Milne n. 143 („Isle of Pines, main Peak," Octob. 1853, fruct.; Herb. Hook.).

Wie kaum mehr nöthig hinzuzufügen, ist diese neue Gattung von der ebenfalls mit Secretgängen in der Markkrone und im Blatte und mit verschleimten Epidermiszellen versehenen Gattung Soulamea verschieden durch die nicht 3- sondern 5-gliedrige Blüthe, die nicht zusammengedrückten Samen und die zusammengesetzten Blätter. Auch die Beschaffenheit der bei Soulamea korkig-schwammigen, kaum als Flügel bezeichenbaren Ränder der Frucht ist hier eine wesentlich andere. Von Amaroria A. Gray unterscheidet sie ausser dem zusammengesetzten Blatte, das Vorhandensein von Blumenblättern und eines doppelten Staubblattkreises in der männlichen Blüthe, und die geflügelte 2—3-fächerige Frucht.

bei Dictyoloma, die Staubgefässe, wie schon oben p. 162, Anm., erwähnt, mit den für viele Simarubaceen charakteristischen Schuppen an der Basis versehen sind, so dass beide wohl nicht von den Simarubaceen zu den Rutaceen zu transferiren sind, obwohl auch bei gewissen Rutaceen, bei der Gattung Nematolepis Turcz. nämlich, aus der Tribus der Boronieae, Aehnliches an den Staubgefässen sich findet), oder endlich als Secretzellen im Blatte (und in der Axe), wie bei Spathelia, Cneorum, Picrella, Harrisonia sp. und Simaruba sp. (s. oben p. 161, 162, Anmerk.).

Bezüglich des eben erwähnten, den Sapindaceen und Meliaceen gemeinsam zukommenden Auftretens von Secretzellen, und um die gerade hierin, wie im Habitus und in der Aehnlichkeit der Frucht- und Samenbeschaffenheit, sich aussprechende Verwandtschaft dieser beiden Familien noch näher hervorzuheben, erinnere ich zunächst daran, dass nach den sehr genauen Untersuchungen meines Schülers Dr. P. Blenk bei den Meliaceen im engeren Sinne, also abgesehen einstweilen von den Cedreleen, ausnahmslos Secretzellen im Blatte und in der Rinde sich finden, auf welche die Autoren aber bisher entweder gar nicht oder nur in den prägnanteren Fällen — und ohne dieselben in ihrer Natur als Secretzellen genau zu würdigen — Rücksicht genommen haben. Und was die Cedreleen betrifft, so kommen auch ihnen Secretzellen zu, und hat Blenk, wie schon oben (p. 160, Anmerkung) berichtet, dieselben hier nur übersehen, wahrscheinlich weil sich seine Aufmerksamkeit hier mehr den bei Chloroxylon und Flindersia, ähnlich wie bei den Rutaceen, vorkommenden und im Blatte die Secretzellen ersetzenden Secretlücken zugewendet hat, durch welche die Meliaceen (resp. Cedreleen) ebenso ihre nahe Verwandtschaft mit den Rutaceen, wie durch die Secretzellen mit den Sapindaceen verrathen. Bei den Sapin-

daceen sind die zum Theile gestreckten und zu milchsaftführenden Zellenzügen verbundenen Secretzellen, die den Autoren bislang, und namentlich rücksichtlich ihrer grossen Verbreitung, hier fast ebenso unbekannt waren, wie bei den Meliaceen, übrigens schon nicht mehr ein ausnahmsloses Vorkommniss und sie werden sogar bei derselben Art bald häufig, bald nur spärlich gefunden oder selbst vollständig vermisst, und vielen Arten fehlen sie ganz (s. ob. p. 305, 327).

Weiter mag hinsichtlich des Verhältnisses der Sapindaceen zu den Meliaceen noch bemerkt sein, dass, wenn man mit C. De Candolle den „tubus stamineus“ der Meliaceen, an oder unter dessen Rand die Antheren befestiget sind, als eine Discusbildung auffasst, die Sapindaceen sogar, wie C. De Candolle hervorgehoben hat (Monogr. Meliacearum 1878, p. 415) es nicht mehr allein wären, welche unter den hier in Betracht stehenden Familien einen extrastaminalen Discus besitzen. Ihr Unterschied von den Meliaceen würde sich dann, da ja bei ihnen auch epitrope Samenknospen vorkommen, auf ihre Campylospermie beschränken, von welcher aber mehr oder minder deutliche Beispiele, wie oben (p. 151, 153, 163) für Turraea, Aitonia und Ptaeroxylon erwähnt worden ist, auch bei den Meliaceen sich finden.

Es sei zum Schlusse dieser Betrachtung über die naturgemässe Stellung der Sapindaceen und ihre Einbeziehung in die Cohorte der Rutales noch darauf hingewiesen, dass sie ausser durch ihre Secretionsorgane mit den übrigen hier als Gruppe der Terebinthineae oder Rutales zusammengefassten Familien auch in anderen anatomischen Verhältnissen grosse Uebereinstimmung zeigen, namentlich hinsichtlich der Beschaffenheit der Gefässzwischenwände, welche bei allen diesen Familien — von ganz vereinzelten Fällen (wie Campnosperma gummifera March. und macrophylla Hook. f. unter den Anacardiaceen, Arten

der Hippocastaneen, und ein paar schon oben p. 174 erwähnten Sapindaceen) abgesehen — durchaus einfache Durchbrechung zeigen, und hinsichtlich des Holzprosenchymes, welches hier überall nur einfache (nicht behöfte) Tüpfel aufweist. Ihrer Aussendrüsen ist schon oben, p. 311, gedacht.

Die Uebereinstimmung im Habitus, wie sie namentlich in der (meist fiederigen oder gedreit-fiederigen) Zusammensetzung der Blätter hier (und in dieser Form fast nur hier innerhalb der ganzen Abtheilung der Disciforen) hervortritt, bedarf wohl neben dem schon oben (p. 333, wie schon p. 208) über die häufige Verwechselung der Sapindaceen mit den Meliaceen und den übrigen Familien der Rutales Gesagten keiner weiteren Betonung mehr.

Was aber nicht überflüssig sein mag, noch besonders hervorzuheben, um die Schwierigkeit, welche für die Annäherung der Anacardiaceen und Sapindaceen an die übrigen Rutales in der Apotropie ihrer Samenknospen gelegen zu sein scheint, auf ihr richtiges Mass herabzusetzen, das ist der Umstand, dass auch in den beiden anderen Familiengruppen oder Cohorten, in welche sich die nicht zu den Rutales gehörigen Familien der Discifloren zusammenfassen lassen, Gewächse mit theils epitropen, theils apotropen Samenknospen sich an einander schliessen.

Es sind das die beiden als Geraniales und als Celastrales in Bentham & Hooker Gen. bezeichneten Gruppen, welche sich nun zu beiden Seiten an die Rutales anschliessen, deren Inhalt aber gegenüber dem von Bentham und Hooker ihnen gegebenen, allerdings mannigfach zu verändern ist, wie sich zum Theile schon aus der im Vorausgehenden durchgeführten Neugestaltung der Terebinthineae oder Rutales ergibt und wie weiter im Folgenden sich darstellen wird.

In der Cohorte der Geraniales (oder Gruinales Endl.), welcher nur die Familien der Lineen (mit Einschluss der Hugonieen, Erythroxyleen und Ixonantheen), der Humiriaceen, der Malpighiaceen, der Geraniaceen (mit Einschluss der Biebersteinieen, der Pelargonieen oder Tropaeoleen, der Limnantheen, der Vivianieen, der Wendtieen oder Ledocarpeen, der Oxalideen und Balsamineen) und der Zygophylleen verbleiben und in welcher nach dem weiter oben (p. 112 etc.) Gesagten, auch die Familie der Melianthaceen (in der Nähe der Zygophylleen, wie bei Endlicher) unterzubringen ist, finden sich apotrope Samenknospen, und zwar in aufrechter Stellung, nur bei den Limnantheen und den eben genannten Melianthreen (regelmässig und vereinzelt im Fache bei Bersama, nur gelegentlich neben epitropen oder horizontalen Samenknospen desselben Faches bei Melianthus). Aufrechte, aber epitrope Samenknospen kommen bekanntlich bei der Zygophylleen-Gattung Fagonia und bei den Geranieen und Pelargonieen als obere Samenknospe neben einer unteren (ebenfalls epitropen) hängenden vor, welche, wie die obere, nicht bloss anatrop, sondern auch gekrümmt ist.

Was die anatomischen Charaktere der Geraniales betrifft, so mag hervorgehoben sein, dass hier allgemein die den Rutales eigenen Secretionsorgane fehlen, dass aber, wie bei diesen, die Gefässzwischenwände fast überall einfach durchbrochen sind; leiterförmige Durchbrechung findet sich nur bei den Humiriaceen und neben einfacher bei Ixonanthes. Das Holzprosenchym ist gewöhnlich einfach getüpfelt; Hoftüpfel besitzt es bei den Humiriaceen, bei Ixonanthes, Hugonia und Erythroxylon und bei den Zygophylleen. Auf das Vorkommen von Rhaphiden bei den Balsamineen, von dafür nicht selten auftretenden Styloiden (d. i. säulenförmigen Krystallen) bei den Melian-

thaceen und Zygophylleen ist schon oben (p. 114) hingewiesen worden.

Bezüglich des Habitus der Geraniales sei erwähnt, dass das einfache Blatt die Regel bildet, dass übrigens eine tiefe Theilung oder eine Zusammensetzung des Blattes bei vielen Geraniaceen (namentlich den Oxalideen) vorkommt, und die letztere zur Norm wird für die Zygophylleen und Meliantheen.

In der Cohorte der Celastrales (oder Frangulaceae Endl.), welche durch Einbeziehung der von Bentham & Hooker (nur um ihrer hängenden Samenknospen willen) als eine besondere Cohorte hingestellten Olacales (Olacineen, Ilicineen und Cyrilleen, l. c. I p. XI, II p. 1225) und nach dem oben (p. 112) Gesagten durch die Zurückführung der Staphyleaceen an den schon von Endlicher ihnen (in seiner analogen Gruppe der Frangulaceen) eingeräumten Platz neben den Celastrineen auszudehnen und unter noch weiterer Einbeziehung und Vermittlung der Euphorbiaceen, deren Beziehungen zu den Celastrineen und Rhamneen theils von Jussieu, theils namentlich von Endlicher und in der neuesten Zeit auch von Baillon (Hist. d. Pl. V, p. 158) Betonung gefunden haben, an die Cohorte der Rutales anzuschliessen sind, bilden die Familien mit apotropen (theils hängenden, theils aufrechten) Samenknospen die Mehrzahl, gegenüber den Familien mit epitropen (gewöhnlich hängenden und nur bei den Rhamneen aufrechten) Samenknospen.

Die Reihe der Familien mit epitropen Samenknospen eröffnen die Euphorbiaceen, bei welchen die einem Theile (den Crotonoideae, nicht aber den Phyllanthoideae, nach Pax in Engler's Jahrb. V, 1884, p. 413 etc.) zukommenden Milchsaft führenden Organe (gegliederte bei den Acalyphineae, ungegliederte bei den Hippomanoineae) an die Stelle der zum Theile ebenfalls, z. B. bei

vielen Sapindaceen und den Acerineen, Milchsaft enthaltenden Secretbehälter der Rutales getreten erscheinen.[1]) Wie den Sapindaceen kommt vielen Euphorbiaceen auch ein extrastaminaler Discus zu. Einem Theile der Euphorbiaceen, den Phyllanthoideen nämlich, fehlen übrigens die Milchsaftorgane, und dieser Theil nähert sich dadurch und durch einen oft durchaus Celastrineen-artigen Habitus (man vergleiche Putranjiva oder Drypetes mit Arten von Celastrus oder Elaeodendron) gerade derjenigen Familie der Celastrales, von welcher diese Cohortenbezeichnung selbst hergenommen ist. Was noch weiter die Annäherung an die Celastrineen bekundet, ist der Umstand, dass, wie bei gewissen Celastrineen (ausschliesslich, oder neben einfacher) eine spaltenförmige Durchbrechung der Gefässzwischenwände auftritt, eine solche auch bei den Phyllantheen-Gattungen Putranjiva, Drypetes, Hemicyclia, Cyclostemon und der von Endlicher den Rhamneen angeschlossenen Gattung Daphniphyllum, sowie wahrscheinlich noch bei weiteren (und unter den Euphorbiaceen überhaupt auch noch bei den Galiarieen und den gleich besonders zu erwähnenden, wohl abzugliedernden Buxaceen) zu beobachten ist.

Mit den Euphorbiaceen theilen die Epitropie der Samenknospen die Chailletiaceen (Dichopetaleen Baill.), welche Baillon geradezu als Euphorbiaceen selbst betrachtet (Hist. d. Pl. V, p. 139), während sie Endlicher in die Nähe der Rhamneen, Bentham & Hooker in die Nähe der Olacineen (jedoch als letztes Glied ihrer

1) Zu einer ähnlichen Anschauung gelangt, obwohl von ganz anderen Prämissen ausgehend auch Scott in Annals of Botany III, No. 11, August 1889, p. 448: „It seems most probable that the lacticiferous tubes are related fonctionally, as well as anatomically, to the secretory sacs of other plants."

Geraniales, eben der epitropen Samenknospen halber) gebracht haben.

Endlich besitzen auch die Rhamneen epitrope, aber aufrechte Samenknospen (sieh Agardh 178. t. XV, fig. 5, Benth. et Hook. Gen. I, Baillon VI, p. 52, 62), zum Theile mit mehr oder weniger aus der dorsalen in eine seitliche Lage gerückter Naht (wie bei Rhamnus Frangula gegenüber Rh. cathartica).

Die Reihe der Familien mit apotropen Samenknospen eröffnen die einen Seitenzweig der Euphorbiaceen darstellenden Buxaceen, welche den Euphorbiaceen so nahe verwandt sind, dass sie von den meisten Autoren (nicht so von Müller Arg.) damit vereiniget werden, und welche andererseits wieder den Celastrineen so sehr sich annähern, dass sie Baillon mit diesen vereiniget hat (Hist. VI, p. 16). Eichler tadelt diese Abreissung von den Euphorbiaceen. Sie ist aber bei den nahen Beziehungen der Buxaceen zu den Ilicineen nicht unberechtiget und der Riss nur dadurch wirklich zu heilen, dass man eben auch die Euphorbiaceen in die Reihe der Celastrales mit einbezieht.

An die Buxaceen schliessen sich die Ilicineen und an diese die Cyrilleen und Olacineen an, bei welchen 4 Familien die apotropen Samenknospen hängend sind. Für die Cyrilleen richte ich mich bei diesen Angaben nach der Darstellung von Agardh für Cliftonia (l. c. p. 108, tab. IX, fig. 14) und nach meinen eigenen Wahrnehmungen an Cyrilla und Cliftonia, während nach den Worten in Benth. Hook. Genera II, p. 1225, die Samenknospen epitrop sein würden („ovula . . anatropa, rhaphe ventrali, micropyle supera").

Bei den übrigen Familien der Celastrales sind die apotropen Samenknospen im allgemeinen aufrecht — so (abgesehen von Cassine mit hängenden apotropen Samenknospen) bei den Celastrineen mit Einschluss der Hippo-

crateaceen, den von Endlicher den Euphorbiaceen genähert gewesenen Stackhousieen, den Ampelideen und einem Theile der Staphyleaceen (Huertea, sieh oben p. 136); nur bei der letzt genannten Familie sind sie zum Theile auch bis zu einer horizontalen Richtung, oder selbst über diese hinaus, mit dem Chalazaende nach abwärts gerückt und bei gleichzeitiger Auswärtswendung der Micropyle annähernd epitrop oder bei Akania vollständig epitrop und hängend.

In Betreff der anatomischen Charaktere der Celastrales füge ich dem über die Euphorbiaceen schon Bemerkten hinzu, dass auch bei den Chailletiaceen, den Rhamneen und Ampelideen leiterförmige Durchbrechungen der Gefässzwischenwände, besonders in der Nähe des primären Holzes, neben den für sie die Regel bildenden, auch den Stackhousieen eigenen, einfachen vorkommen, und dass erstere in der Familie der Olacineen bei gewissen Gattungen ausschliesslich auftreten, bei Heisteria und Endusa nämlich, welche beiden Gattungen unter den Olacineen nach meinen Beobachtungen, wie unter den Celastrales sonst noch ein Theil der Euphorbiaceen (s. oben p. 350), auch durch das Vorkommen von Milchsaftgefässen (neben Secretlücken bei Endusa) ausgezeichnet sind (sieh Radlkofer, neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern, in diesen Sitzungsberichten 1886 p. 307, 311 und die dort citirte Arbeit von Edelhoff); ausschliesslich weiter finden sie sich, und zwar in sehr typischer Weise (mit zahlreichen Spangen) ausgebildet, bei den mit den Olacineen die hängenden, apotropen Samenknospen theilenden Familien der Buxaceen, Ilicineen und Cyrilleen, sowie auch bei den Staphyleaceen, bei welchen Familien zugleich, wie auch bei den Olacineen, Celastrineen, Chailletiaceen, Stackhousieen und Theilen der Euphorbiaceen (Galearia, Daphniphyllum) das Holz-

prosenchym mit Hoftüpfeln versehen ist, Huertea (und wegen des weniger deutlichen Hofes allenfalls auch Akania, s. ob. p. 136) unter den Staphyleaceen ausgenommen. Einfache Tüpfelung des Holzprosenchyms findet sich unter den Celastrales nur bei den Rhamneen und Ampelideen, sowie bei den meisten Euphorbiaceen und den eben genannten 2 Staphyleaceen-Gattungen. Gegenüber den anderen beiden Cohorten der Discifloren zeichnen sich somit die Celastrales durch ein geradezu die Regel bildendes Auftreten von leiterförmiger Durchbrechung der Gefässzwischenwände und von Hoftüpfeln am Holzprosenchyme aus.

Zu bemerken ist noch, dass auch hier, wie bei den Geraniales, das Auftreten von Rhaphiden oder dieselben vertretenden Styloiden (d. i. säulenförmigen Krystallen) zwei nahe verwandte Familien auszeichnet — die Ampelideen und die Rhamneen nämlich.

Bezüglich des Habitus der Celastrales sei erwähnt, dass auch hier, wie bei den Geraniales und im Gegensatze zu den Rutales, das Auftreten einfacher Blätter die Norm bildet. Zusammengesetzte Blätter finden sich nur (und zwar handförmig zusammengesetzte) bei einigen Euphorbiaceen, (handförmig oder fiederig zusammengesetzte) bei einigen Ampelideen und (fiederig zusammengesetzte) bei fast allen Staphyleaceen. —

Eine Uebersicht der Discifloren nach den im Vorausgehenden dargelegten Gesichtspunkten, welche den Schluss dieser Abhandlung bilden soll, ist die folgende.

Disciflorae.

Series A, gemmulis plerumque epitropis.	Series B (accessoria), gemmulis plerumque apotropis.

Cohors I. Geraniales.

(Gruinales Endl.; accedunt Hesperides Endl. partim, Acera Endl. part., Terebinthineae Endl. part.)

Series A	Series B
Linaceae	
Lineae	
Hugonieae	
Erythroxyleae	
Ixonantheae	
Humiriaceae	
Malpighiaceae	
Geraniaceae	Limnanthaceae
Geranieae	
Pelargonieae (Tropaeoleae)	
Vivianieae	
Wendtieae (Ledocarpeae)	
Oxalideae	
Balsamineae	
Zygophylleae	Melianthaceae

Cohors II. Rutales.

(Terebinthineae Endl. emend.; accedunt Hesperides Endl. part., Acera Endl. part.)

Series A	Series B
Rutaceae	
Cusparieae	
Ruteae	
Diosmeae	
Boronieae	
Zanthoxyleae	
Toddalieae	
Aurantieae	
Amyrideae	
Simarubaceae	
Burseraceae	Anacardiaceae
Meliaceae	Sapindaceae
	Hippocastaneae
	Acerineae

Cohors III. Celastrales,

inclusis Olacalibus et Euphorbiaceis.

(Frangulaceae Endl. et Tricoccae Endl. ex maxima parte; accedunt Hesperides Endl. part., Discanthae Endl. part.)

Euphorbiaceae	Buxaceae
	Ilicineae
Chailletiaceae	Cyrilleae
	Olacineae
Rhamneae	Celastrineae (incl. Hippocrateae.)
	Stackhousieae
	Staphyleaceae
	Ampelideae.

Anhang.

Den im Vorausgehenden in den Triben der Cupanieen und Harpullieen aufgeführten neuen Arten aus Neu-Guinea mögen hier noch einige andere solche in den letzten Jahren dort gesammelte Arten angeschlossen sein, von denen meist leider nur sehr unvollständige Materialien vorliegen, so dass sie anfänglich als kaum verwerthbar erschienen. Doch gelang es schliesslich mit Hilfe der anatomischen Methode, über sie in's Reine zu kommen und sie in einer ihre Wiedererkennung sichernden Weise unter Anschliessung an bekannte Arten zu charakterisiren.

Sie kamen mir, abgesehen von zwei aus der Sammlung O. Warburg's stammenden Arten, durch Ferd. v. Müller zu und gehören den Gattungen Guioa, Cupaniopsis und Harpullia an, welchen sie an den im Folgenden bezeichneten Stellen einzufügen sind. —

Guioa, Sectio Hemigyrosa (cf. Radlkofer, über Cupania etc., Sitzungsber. k. bayer. Acad. 1879, p. 611 etc.):

G. comesperma m.: Affinis G. Perrottetii Radlk. (l. c. p. 614). Foliola 3—6, elliptico-lanceolata, utrinque acuta, submembranacea, dense pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata, subtus opaca (cuticula lineolis parallelis nec non circa stomata linea orbiculari elevata insigniter notata), petiolulis brevibus basi tumidis; flores mediocres; fructus inter minores; arillus basi processu filiformi undulato-plicato appendiculatus, dorso et praesertim apice (fissione) fibrillarum coma instructus (qua re insignis et unde nomen). — In Novo-Guineae parte meridionali et orientali nec non in insulis adjacentibus „Louisiades“ dictis: Collector non indicatus! (Ora meridionalis prope Rigo, ao. 1887, flor.); Sir W. Macgregor! (N.-Guinea orientalis prope Kalo, ao. 1889, fruct.); Idem! (in insulis „Louisiades“ dictis, ao. 1889, fruct.).

G. aryterifolia m.: Affinis G. membranifoliae m. (l. c. p. 614). Foliola 6—8, oblongo-lanceolata (majora 18 cm longa, 6 cm lata), utrinque acuta, submembranacea, nervis lateralibus validioribus arcuato-adscendentibus sat numerosis (utrinque circ. 12) percursa (inde iis Aryterae litoralis Bl. similia), vix vel ne vix lineolis pellucidis adspersa, plerumque 1-foveolata, supra opaca, subtus (cuticula laevi) nitidula, petiolulis brevibus basi tumide incrassatis; fructus omnino G. membranifoliae. — In Novo-Guineae parte orientali: H. O. Forbes n. 870! („Base of Owen Stanley's Range“, ao. 1886, fruct.); W. Sayer! („Mount Obree“ altit. 2000 ped.; 60 ped. alta; fruct.).

Cupaniopsis, Sectio nova Macropetalum, Sectioni „Elattopetalum“ (l. c. p. 584) anteponenda: Alepidotae; petala quam sepala longiora; antherae ovato-oblongae, curvatae, crassiores; arillus —?

C. macropetala m.: Affinis C. serratae Radlk. (l. c. p. 585). Folia magna (4—4,5 dm longa), petiolo (1 dm longo) rhachique (16—24 cm longa) nec non ramis e flavido canescenti-tomentosis; foliola 2—4-juga, superiora quam

inferiora plus duplo majora, 16—24 cm longa, 5—8 cm lata, elliptico-lanceolata, apice basique acuta, breviter petiolulata, latere interiore breviora, grossiuscule serrata, membranacea, nervis sat numerosis oblique patulis in dentes excurrentibus percursa, oblique venosa, supra praeter nervos glabriuscula, livescentia, opaca (cuticula lineolis cum cellularum marginibus decussatis elevatis insigniter notata), subtus molliter pilosa glandulisque microscopicis adspersa, viridia, impunctata; inflorescentiae in axillis foliorum superiorum partim delapsorum breves, 3—4 cm longae, spiciformes, basi interdum ramo divaricato instructae, flavido-tomentosae, flores subsessiles bracteatos bracteolatosque basi interdum in dichasia consociatos gerentes; sepala exteriora ovata, concava, dorso adpresse pubescentia, interiora obovata, margine glabra, basi coarctata; petala oblonga, sepala superantia, infra medium in unguem marginibus pilosis inflexis apice liberis incurvis bisquamulatum angustata; discus annularis, subcupularis, glaber; stamina 8, floris ♂ petala superantia, filamentis linearibus hirtellis, antheris glabris, basi emarginata affixis, subintrorsis; germen (floris ♀, stamina polline effoeta gerentis) trigono-globosum, dense setuloso-tomentosum, intus glabrum; stylus germen subaequans, apice clavato-incrassatus, incurvus, obsolete trilobus, dense pilosus; fructus — ? — Novo-Guinea, Kaiser Wilhelm's Land: O. Warburg! (in silva ad Bussum, si recte lego; frutex vel arbuscula).

Cupaniopsis, Sectio Elattopetalum (l. c. p. 584):

C. subserrata m.: Affinis C. serratae Radlk. (l. c. p. 585). Foliola oblonga, sat magna (16 cm longa, 5—6 cm lata), breviter petiolulata, margine e repando-dentato subserrata, nervis lateralibus oblique patulis sat crebris (utrinque circ. 15) percursa, coriacea, glabra; flores breviter pedicellati; sepala late imbricata, puberula; petala, stamina, discus ut in C. serrata; germen ovoideo-trigonum, extus et intus tomentosum; stylus filiformis, rectus, pilosus, apice obsolete trilo-

bus; fructus omnino ut in C. serrata. — Novo-Guinea: Collector non indicatus! („Base of Mount Obree"; frutex, fructu subaurantiaco).

C. curvidens m.: Affinis antecedenti et C. serratae Radlk. (l. c. p. 585), a quibus differt foliis multifoliolatis (fere Jagerae), floribus longius pedicellatis et praesertim sepalis anguste imbricatis. Rami florigeri digitum crassi, 8-costati, petiolique pedunculique breviter sufferrugineo-tomentosi; folia magna (6 dm longa), petiolo 14 cm longo; foliola numerosa, circ. 25, media subopposita, longiora (16—18 cm longa, 3—3,5 cm lata), oblongo-vel sublineari-lanceolata, acuta, basi inaequali (latere interiore breviore) praeter infima subsessilia, serrata, serraturis plus minus incurvis, membranacea, nervis obliquis sat crebris (utrinque circ. 16) percursa, supra praeter nervos subglabra, subtus molliter pilosa, glandulisque microscopicis adspersa, fuscescentia, impunctata; panicula ramosa, dichasia gerens, supraaxillaris; flores et fructus praeter differentias supra indicatas ut in C. subserrata. — Novo-Guinea meridionalis: H. O. Forbes n. 308! („Base of Owen Stanley's Range, ao. 1886, flor.); W. Armit! („Loloki-River, ao. 1886, fruct.).

C. platycarpa m.: Affinis praecedentibus fructu substipitato, sepalis margine petaloideis, dorso pubescentibus, disco glabro; differt fructu biloculari compresso obovato, extus sufferugineo-, intus sulphureo-tomentoso. Folia fere Diploglottidis; foliola alterna, insignius petiolulata, oblonga, acuminata, membranacea, supra praeter nervos subglabra, subtus pilosula glandulisque parvis longius stipitatis sat crebris adspersa, impunctata; panicula ferrugineo-tomentosa; flores — ? — Novo-Guinea: H. O. Forbes n. 790! („Base of Owen Stanley's Range", ao. 1886).

Cupaniopsis, Sectio Mizopetalum (l. c. p. 588):

C. dictyophylla m.: Similis C. dictyophorae Radlk. (l. c. p. 589), a qua differt glandulis scutatis vix ullis,

quarum loco glandulis capitatis in partibus junioribus, praesertim bracteis, adspersa est, foliolis circ. 8 aequilateris ovato-oblongis, breviter obtuse acuminatis, perbreviter petiolulatis, utrinque nitidulis, subcoriaceis, reti venarum utrinque magis prominulo notatis, subimpunctatis. Inflorescentiae racemiformes, graciles, parvae; flores pedicellati, glabri; sepala margine petaloidea, cellulis resiniferis punctata; petala basi bisquamulata, squamulis pilosis; stamina 5, filamentis brevibus subulatis pilosiusculis, antheris cordato-ovatis, connectivo dorso dilatato, loculis introrsis; germen biloculare, extus et intus glabrum, cellulas resiniferas fovens; stylus brevis, apice subbilobo sulco suturali stigmatoso utrinque notatus; fructus — ? — Novo-Guinea: W. Sayer! („Base of Mount Obree", ao. 1887; frutex).

Harpullia, Subgenus Euharpullia, Sectio Thanatophorus (cf. supra p. 278, annot.):

H. camptoneura m.: Affinis H. ramiflorae et H. angustifoliae (cf. ll. p. 278 cc.), a quibus differt cellulis secretoriis (ad paginam foliolorum superiorem sub epidermide sitis) sat crebris. Foliola circ. 6, alterna, per paria approximata, elliptico-lanceolata, apice basique acuminata, breviter petiolulata, superiora inferioribus subduplo majora (17 cm longa, 6 cm lata), chartacea, nervis lateralibus sat validis subtus prominentibus remotiusculis (utrinque 7—8) arcuato-adscendentibus percursa, subtiliter venosa, utrinque praeter nervos subglabra, nitidula, fusco-viridia; thyrsi ad apices ramorum laterales, perbreves, pauciflori; petala —?; discus regularis, pubescens; stamina 5; germen (auctum) intus glabrum; fructus — ? — Novo-Guinea, Kaiser Wilhelm's Land: O. Warburg! (Sattelberg). —

Zum Schlusse mögen auch die Materialien schon bekannt gewesener Sapindaceen, welche in den letzten Jahren in Neu-Guinea gesammelt und durch Ferd. v. Müller mir

mitgetheilt worden sind, hier aufgeführt sein, soweit das nicht schon weiter oben bei Betrachtung der Cupanieen, p. 265 etc., und der Harpullieen, p. 279, geschehen ist. Es sind das:

Aphania cuspidata Bl.: Capt. Everill's Exped. (Strickland-River, ao. 1885); Sir W. Macgregor (N.-Guinea australis, prope confinem Batavam, ao. 1889).

Pometia pinnata Forst.: Capt. Everill's Exped. (Strickland-River, ao. 1885).

Guioa rigidiuscula m. (cf. „über Cupania etc.", 1879, p. 614): W. O. Forbes n. 413 („Base of Owen Stanley's Range", ao. 1886).

Inhaltsübersicht.

(Das klein Gedruckte bezieht sich auf ebenso gedruckte Einschaltungen und Anmerkungen.)

1) In derselben ist p. 175 Zeile 7 die aus Versehen genannte Gattung Athyana zu streichen; p. 176 Zeile 2 ist einzufügen: Jagera z. Th.; ferner Zeile 11 von unten: Lecaniodiscus.

Vervollständigung der jüngsten Mittheilung über die Theophrasteen, 187, und die dabei in Betracht gezogenen Gattungen Reptonia, Goetzea und Espadaea, 189.

Vervollständigung früherer Mittheilungen über die Capparideen und die Connaraceen, 190.

Berichtigung der Angaben über den Discus der Sapindaceen, 201, und die Zahl ihrer Staubgefässe, 202.

Näheres über die Campylotropie der Samenknospen der Sapindaceen, 202, und Ausnahmen hinsichtlich der Apotropie derselben, 205.

IV. Gliederung der Familie, 206.

Haupt- und Nebenreihe: Nomosperme und anomosperme Sapindaceen, 206.

Wichtigkeit des Blattes für die Gliederung, 207: Nomophylle und anomophylle Sapindaceen, 208.

Falsches Endblättchen als Charakteristicum zahlreicher Sapindaceen, 208.

Scheinbare Endknospe des Blattes gewisser Meliaceen und einer Aurantiacee, 209.

Beschaffenheit der Keimblätter, 209; Spirolober und diplecolober Embryo der Sapindaceen, 210.

Ausnahmen in der Beschaffenheit des Embryo, 210, und des Blattes, 211.

Merkmale engerer Gruppen: Habitus, Frucht- und Samenbeschaffenheit, Blumenblattschuppen, symmetrischer Blüthenbau, 212; geringer Werth des letzteren, 213.

Aenderungen in der Ordnung und Zahl der Gattungen (Lecaniodiscus; Tripterodendron, gen. nov.), 214.

V. Conspectus tribuum Sapindacearum, 215.

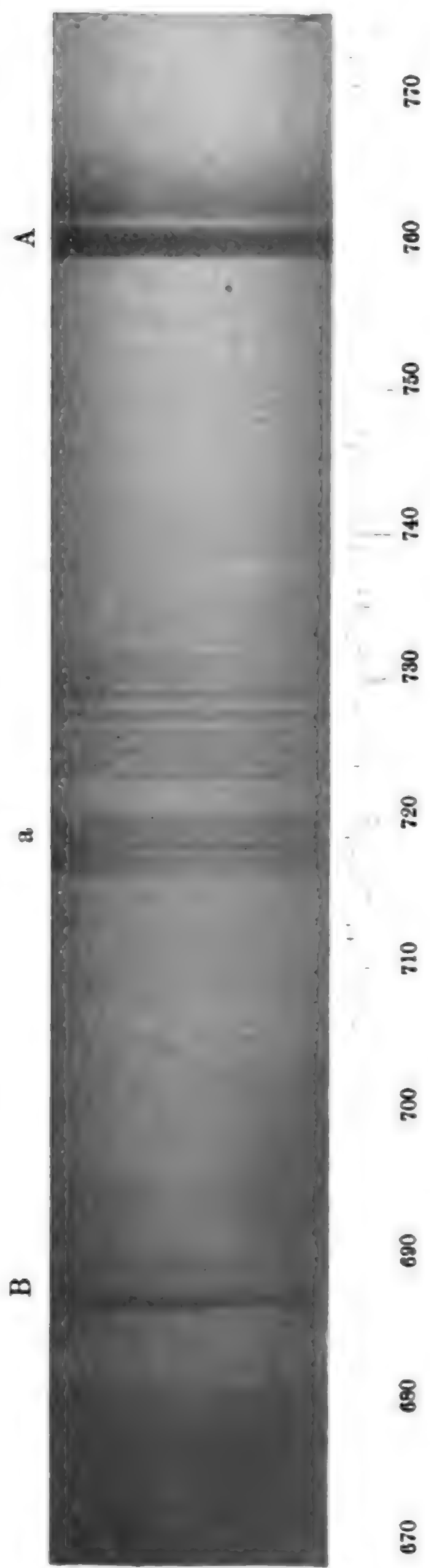
VI. Frühere Gliederungen, 221.

Gliederung von Kunth, 221; De Candolle, 221; Cambessedes, 222; Endlicher, 222; Blume, 223; Bentham & Hooker, 224; Baillon, 224.

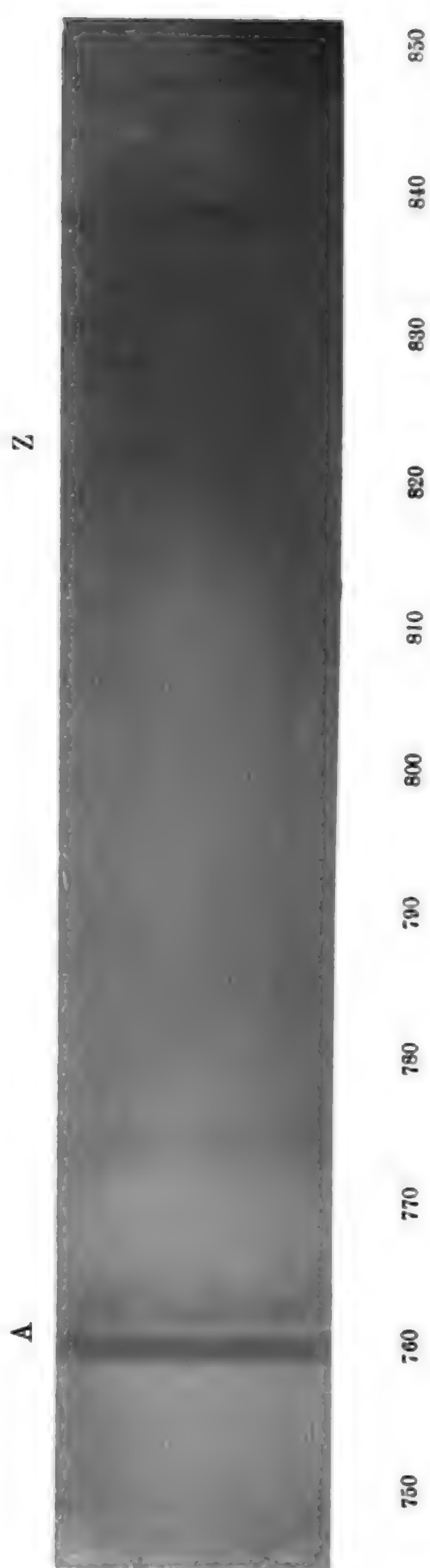
VII. Gruppeninhalt, 225.

Verzeichniss der Pflanzennamen.

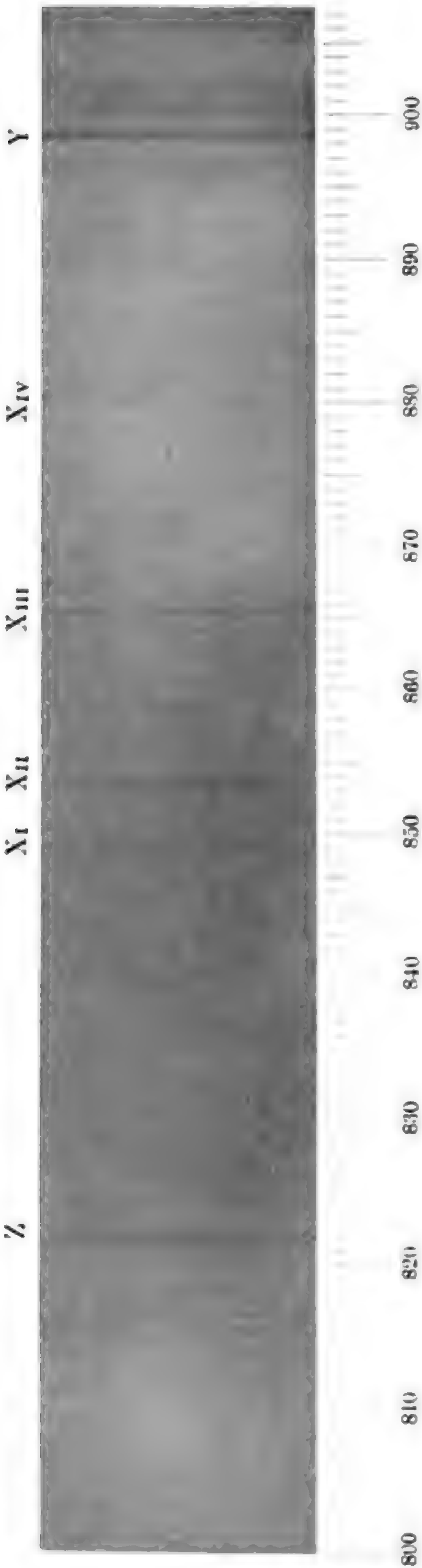
(Für öfter wiederkehrende Bezeichnungen sind nur die wesentlicheren Stellen angeführt; so besonders für die (angenommenen) Gruppen- und Gattungsnamen der Sapindaceen nur die aus Abschnitt V (Conspectus tribuum — mit C bezeichnet) und VIII (mit dem Conspectus generum — ebenfalls mit C bezeichnet); andere Stellen sind nach dem Inhaltsverzeichnisse und den Verweisungen im Texte zu finden, die Synonyme in Durand Index. Wiederholung auf einer oder mehreren nächstfolgenden Seiten ist durch „f" oder „ff" angezeigt, im weiteren Verfolge überhaupt durch „etc." Den Stellen mit neuen Arten ist „sp. n." beigesetzt, den Namen neuer Gattungen „gen. n." Vulgärnamen sind cursiv gedruckt.)


A
a
B
770
760
750
740
730
720
710
700
690
680
670

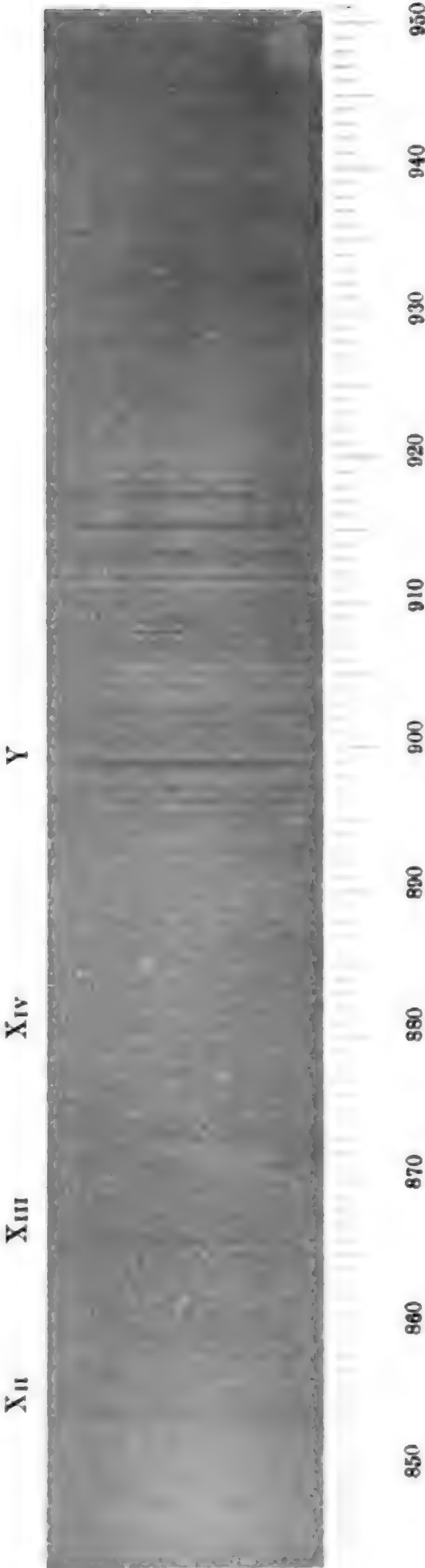
1.


Z
A
850
840
830
820
810
800
790
780
770
760
750

2.



3.



4.

Druck von J. B. Obernetter, München.

Inhalt.

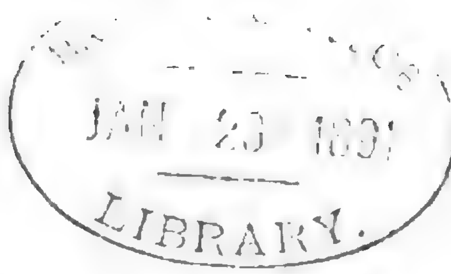
Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

Sitzung vom 4. Januar 1890.

Sitzung vom 1. Februar 1890.

Sitzung vom 1. März 1890.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

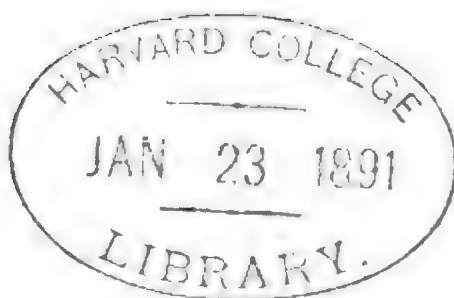
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1890. Heft III.

München.
Verlag der K. Akademie.
1890.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des 131. Stiftungstages

am 28. März 1890.

Herr C. v. Voit gedachte als stellvertretender Vorstand der Akademie der Verdienste des verstorbenen Präsidenten der Akademie, Ignaz v. Döllinger, und theilte als Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe mit, dass die mathem.-physikal. Classe im verflossenen Jahre sechs ihrer Mitglieder durch den Tod verloren hat, nämlich zwei einheimische ordentliche Mitglieder, August Vogel und Karl Emil v. Schafhäutl, und vier auswärtige Mitglieder, den Mathematiker Paul Du Bois-Reymond in Charlottenburg, den greisen Chemiker Michel Eugène Chevreul in Paris, den Naturforscher Johann Jacob v. Tschudi in Jakobshof in Niederösterreich und den Mineralogen Friedrich August v. Quenstedt in Tübingen.

Zum Andenken
an den Präsidenten der k. bayer. Akademie
Ignaz von Döllinger.

Da die durch den Tod des Präsidenten v. Döllinger erledigte Stelle des Vorstandes der Akademie noch nicht besetzt ist, so habe ich als amtsältester Klassensekretär die Verpflichtung, die heute zur Feier des 131. Stiftungstages stattfindende Festsitzung zu eröffnen.

Uns Alle, die wir in diesem Saale versammelt sind, erfüllt der gleiche Gedanke, die schmerzliche Erinnerung an den Mann, der noch vor wenigen Monaten als Präsident der Akademie die Seele dieses Raumes war. Wir glauben ihn noch zu sehen und zu hören den jugendfrischen Greis, wie er in stundenlanger Rede laut und ohne jegliche Anstrengung in geistvollen Worten, denen Alles in athemloser Stille lauschte, zu uns sprach. Vorzüglich seiner Mitwirkung und Fürsorge verdanken wir diesen würdigen Festsaal; er hat ihn mit den die Aufgabe der Akademie bezeichnenden Sprüchen geziert, indem er dem alten Wahlspruche: „*rerum cognoscere causas*“ die beiden Devisen: „*seu vetus est verum diligo sive novum*“ und „*serimus arbores posteritati profuturas*“ hinzufügte; und er hat ihn durch seine Reden für alle Zeiten geweiht. So gilt von diesem Raume so recht das Wort des Dichters:

Die Stätte, die ein guter Mensch betrat,
Ist eingeweiht; nach hundert Jahren klingt
Sein Wort und seine That dem Enkel wieder.

Wir erblicken ihn heute nicht mehr unter uns den Gelehrten mit dem ernsten Antlitz und den wunderbar leuchtenden Augen, die seinen Geist wiederspiegelten. Er hat am 15. November 1889 seine letzte Akademische Rede gehalten, und an uns ist es, uns sein Lebensbild zu vergegenwärtigen und ihm zu danken für das, was er unserer Corporation und der Wissenschaft gewesen ist.

In der That würdiger und glänzender kann die Akademie nicht vertreten sein als es unter seiner Führung der Fall war. In seiner ersten Rede am 25. Juli 1873 bei Beginn seines Amtes gedachte er seiner Vorgänger in dem Präsidium der bayerischen Akademie seit ihrer Wiedergeburt: Jakobi, Schelling, Freyberg, Thiersch, Liebig; fürwahr Männer, auf die wir mit Stolz zurückblicken und denen er sich ebenbürtig angereiht hat. Wenn er dabei an Liebig pries, dass er den Ernst und die nie ermüdende Beharrlichkeit der Spezialforschung verband mit der Weite und der kühnen Sicherheit der Combination, und dass er uns das schöne Vorbild eines rein und ganz im Dienste der Wissenschaft und der Menschheit, wie begonnenen so beschlossenen Lebens hinterlassen hat, so gilt dies ebenso von Döllinger im Gebiete seiner Wissenschaft, und er hat sich damit selbst am besten geschildert.

Seit seiner frühesten Jugend kannte Döllinger keinen anderen Genuss und keinen anderen Zweck des Lebens als den zu lernen und seine Kenntnisse zu bereichern, so dass das Körperliche an ihm ganz in den Dienst des Geistes gestellt erschien. Er erzählte mir einmal, er habe als Alumne des Priesterseminars stets das ihm zukommende Quantum geistigen Getränkes seinen Commilitonen abgegeben, um sich aus dem Erlöse Bücher anzuschaffen. Der sehnlichste Wunsch des jungen Priesters war es, eine Pfarrei auf dem Lande zu erhalten, das Pfarrhaus in der Nähe des Waldes stehend und mit so viel Einkünften versehen, um sich eine Bibliothek ansammeln und in aller Stille, frei von Sorgen und Abhaltungen, ganz dem Studium hingeben zu können. In solcher Auffassung verwendete der ungewöhnlich Befähigte die ganze Zeit seines Lebens zu seiner Aus- und Durchbildung sowie zur Schärfung und Reifung seines Urtheils, zunächst nur zu seiner eigenen Befriedigung in der Erkennung der Wahrheit und nicht um alsbald jeden Fund in der Oeffentlichkeit zu

verwerthen. Denn zumeist bestimmten ihn nur besondere äussere Anlässe zur Mittheilung aus dem Schatze seines reichen Wissens, und in der That, wäre er nicht Präsident der Akademie geworden, wir wären um ein köstliches Gut ärmer.

Die Akademischen Vorträge Döllingers sind mit Recht als reifste Frucht eines langen, nur der Erforschung der Wahrheit gewidmeten Lebens bezeichnet worden. Aus dem durch rastlose Arbeit angesammelten staunenswerthen Wissen in allen Geisteswissenschaften schöpfend, behandelte er für unsere Festsitzungen geeignete Probleme der Geschichte der Menschheit mit so sorglicher Würdigung aller mitwirkenden Thatsachen und mit so grosser Fülle und so überzeugender Klarheit der Gedanken, zugleich in so formvollendeter Darstellung, dass Niemand diesen ebenso wissenschaftlichen wie künstlerischen Gebilden den Namen der höchsten Meisterschaft und der Unvergänglichkeit versagen wird. Und es will mir scheinen, als ob er von Jahr zu Jahr gewachsen in der Tiefe der Gedanken und in der Fähigkeit den Zusammenhang der Dinge in weitestem Umfange zu überblicken, in einem Alter, in welchem Andere längst den Höhepunkt ihrer Leistungen überschritten haben.

Es ist mir öfter, wenn ich Döllinger gelegentlich über die Aufgaben anderer Wissenschaften, namentlich auch der Naturwissenschaften, so scharfsinnig und richtig urtheilen hörte, der Gedanke gekommen, ob der Sohn nicht ein gut Theil von seinem berühmten Vater, dem Naturforscher und langjährigen Sekretär der math.-physikal. Classe unserer Akademie, ererbt und gelernt habe, welcher so trefflich in seinem Wesen und der Art seines Lehrens von seinem grossen Schüler, Karl Ernst von Baer, geschildert worden ist. In der That die Beiden zeigen in ihren geistigen Eigenschaften die grösste Aehnlichkeit. Auch der Vater hatte sich durch emsiges Studium und eigene Anschauung umfassende und gründliche Kenntnisse auf seinem Gebiete, in fast allen Zweigen der

Naturwissenschaft, erworben; er besass eine feine Beobachtungsgabe für die mannigfaltigen Formen und Erscheinungen in der Nater und einen tief eindringenden Scharfsinn in der Zusammenfassung derselben; er wurde ein philosophischer Naturforscher genannt, dem das einfache Zusammentragen von Thatsachen nicht genügte, sondern der vielmehr das Bedürfniss nach einer Uebersicht sowie auch nach der Forschung nach den letzten Gründen, ohne je in leere Spekulationen zu verfallen, fühlte. Seine Begabung als Lehrer war eine ganz hervorragende; mit einer seltenen Klarheit und Kraft der plastischen Darstellung ausgestattet, wirkte er in hohem Grade anregend auf seine Schüler und begeisterte sie durch Wort und Beispiel zu eigenem selbständigem Forschen, so dass er der Stifter der anatomisch-physiologischen Schule zu Würzburg wurde und wohl der Erste war, bei welchem in dieser Richtung, so wie in unseren jetzigen Laboratorien, wissenschaftlich gearbeitet werden konnte. Seinen prophetischen Blick thut dar, dass er einer der Begründer der vergleichenden Anatomie in Deutschland gewesen, auf welche man bis zu Johannes Müller's Zeit die Physiologie hauptsächlich aufbaute; dass er ferner einer der frühesten Förderer der mikroskopischen Anatomie war, welche die Grundlage für das Verständniss der physiologischen Vorgänge an der Organisation geworden ist; dass er aber vor Allem für die Lehre von der Entwicklung der thierischen Organismen von ihren ersten Anfängen an mit seinen Schülern fast allein die Bahn gebrochen hat, eine Lehre von der man in unseren Tagen die meisten Aufschlüsse über den Zusammenhang der lebenden Wesen auf der Erde erhalten hat und durch die man in die innerste Bildungsstätte der Natur einzudringen vermochte. Wenn man ausserdem bedenkt, dass ein Mann von solcher Begabung bei der Erziehung seiner Kinder thätig eingriff z. B. eigens für seinen an die Universität übergetretenen ältesten Sohn Ignaz eine Vorlesung über Mineralogie hielt, so musste die

Einwirkung auf einen so glücklich angelegten Jüngling eine bedeutende und bestimmende sein. Warum ist aber Ignaz Döllinger der Sohn dann nicht ebenfalls Naturforscher geworden, und warum hat er sich nicht an den Arbeiten des Vaters betheiliget, an denen damals nicht nur die wissenschaftliche Welt, sondern auch die ganze Stadt Würzburg das lebhafteste Interesse nahm? Man weiss nur, dass der Sohn sich eine Zeit lang eifrig mit Käfersammeln beschäftigte. Und doch ist es uns nicht unverständlich, wenn der junge Döllinger trotz sehr ähnlicher Geistesanlagen einer so ganz anderen Richtung sich zuwandte als der Vater.

Die Wege und die Ziele der Forschung sind in jeder wahren Wissenschaft die gleichen und es hängt sehr häufig von zufälligen Einflüssen ab, ob man in diesem oder jenem Zweige der Wissenschaft seine Kräfte versucht. Wenn der Vater Döllinger die merkwürdige Entwicklungsgeschichte des Thierleibes verfolgte und daraus allgemein wichtige Schlüsse zog, so ist dies im Wesen nichts Anderes und es gehört nicht weniger Wissen und Geist dazu, als wenn der Sohn auf einem anderen Gebiete, dem der Geistesgeschichte des Menschengeschlechtes, die geistige Entwicklung des letzteren verfolgt.

Der Naturforscher ist bestrebt die Formen und die Vorgänge in der Natur mit scharfem Sinne zu beobachten und zu untersuchen und sie auf ihre Ursachen zurückzuführen. Der Historiker hat es mit den Ereignissen im Laufe der Zeiten, mit den Handlungen des Menschen zu thun, welche er aus den häufig trüben Quellen festzustellen sucht, um den Gang der Geschichte möglichst richtig und lebendig vor unseren Augen vorzuführen.

Das Geschehen in der Natur findet mit unerbittlicher Nothwendigkeit nach den Eigenschaften der Materie und den bei dem gegenseitigen Aufeinanderwirken der Stoffe gegebenen Bedingungen statt; die Bewegung der durch fast unermessliche Zwischenräume von einander geschiedenen

Gestirne erfolgt nach denselben Gesetzen wie die Zusammenfügung der Atome in nächster Nähe in den tausenden von chemischen Verbindungen, welche eine Welt im Kleinen, jede ein Sonnensystem, darstellen, oder wie die molekulären Vorgänge in den lebendigen Wesen. Alles Wirken geht dabei aus denselben einfachen Ursachen hervor, deren allmähliche, immer weiter vorschreitende Enthüllung unser Wissen und Können mächtig erweitert. Auch in der Geschichte handelt es sich um die nothwendigen Folgen der vorausgegangenen Thaten und um Gesetze, aber es tritt hier der noch unerklärbare freie Wille des Menschen dazwischen, welcher die Handlungen nach seinem Gutdünken bestimmt, woraus dann in consequenter Folge gute oder böse Früchte hervorgehen.

Der Naturforscher hat den hohen Genuss, wenn er in mühsamer Spezialforschung Thatsachen feststellt oder durch richtige Experimente die Vorgänge in der Natur vor seinem Auge ablaufen lässt, vorher Unbekanntes und Unerklärliches zu erkennen; ja es ist, allerdings nur einzelnen genialen Geistern, wie Sehern gegönnt, weitere Zusammenhänge der Dinge aufzudecken und zu erschliessen, wodurch auch die Anschauungen über die höchsten Fragen der Menschheit geläutert und gefördert werden können. Haben sich z. B. die philosophischen Vorstellungen des Menschen über die Welt und über seine Stellung in derselben nicht von Grund aus verändert durch die Entdeckung, dass die Erde nicht mehr das feststehende Centrum ist, um das sich Alles übrige dreht und wegen dessen Alles übrige vorhanden ist.

Der Geschichtsforscher erfreut sich an dem getreuen Bilde, das er von den Ereignissen einer Zeit entwirft, aber wohl noch mehr daran, den Zeitgenossen die Folgen der dem freien Willen entsprossenen Handlungen der Vorfahren entgegenzuhalten, das Rechte sowie das Unrechte in den Thaten derselben zu zeigen und eindringlich darzustellen, wohin das Unwahre und das Böse das Menschengeschlecht führen.

Die Erkenntniss des Letzteren war es wohl vor Allem, welche Döllinger den Sohn, nachdem er durch äussere Umstände Theologe geworden war, vermöge seiner Anlagen fesseln und der Geschichtswissenschaft zuführen musste. Aber, wie schon gesagt, die Methode der Forschung sowie der Thätigkeit des Geistes wäre die gleiche gewesen, ob er die Ereignisse in der Natur oder in der Geschichte erforscht hätte, und darin, glaube ich, hat er von dem Naturforscher Döllinger geerbt und gelernt. Denn durch die Möglichkeit der immer erneuten Beobachtung und der Prüfung durch das Experiment bei der Naturforschung lässt sich die richtige Methode des Erkennens am leichtesten finden und üben, und es kann wohl nicht geleugnet werden, dass die Entwicklung dieser Methode in der Naturforschung auch einen maassgebenden Einfluss auf die Methode in den übrigen Wissenschaften ausübt.

So besteht ein inniger Zusammenhang zwischen allem Wissen des Menschen, jede tiefere Einsicht in der einen Wissenschaft befruchtet auch die übrigen; wir haben Alle dieselbe Aufgabe und es vereiniget uns Alle das gleiche ideale Streben, das Suchen nach der Wahrheit. Unser Döllinger hat stets nachdrücklich diesen Zusammenhang aller Wissenschaften hervorgehoben und darum war er auch das rechte, Alle vereinigende Oberhaupt der aus so vielen Wissenschaften bestehenden Akademie. Er hat es als eine wichtige Aufgabe der Akademien bezeichnet, in der unentwegten Hochhaltung der Wahrheit ein selbstloses Beispiel für die Jüngeren abzugeben, in einer Zeit, in der sich leider auch in der Wissenschaft das unreine Streben nach Gewinn und nach Förderung selbstsüchtiger Zwecke mehr als sonst breit zu machen beginnt. Die Wissenschaft bietet nicht mehr wie früher ein für sie so förderliches Asyl gegenüber den Kämpfen der Parteien und den Genüssen der Welt dar, der Gelehrte wird nicht selten gegen seinen Willen hineingezogen in den grossen Strom, aber um so mehr muss er festhalten an dem Ideal

der Wahrheit und jedes Unredliche und Halbwissen verschmähen. Döllinger hat dieser wichtigen Aufgabe für die Akademien besonders prägnanten Ausdruck gegeben in einer Stelle einer seiner Akademischen Reden, worin er sagt: „eine Akademie hat sich auch, was allerdings schwerer und seltener ist, die strengste Wahrhaftigkeit in der Mittheilung zur Regel zu machen. Dazu gehört, dass der Einzelne nie anstehe, seinen Irrthum zu bekennen und dem Gegner, der ihn überführt hat, Recht zu geben. Es gehört dazu, dass wir über noch unausgefüllte Lücken unseres Wissens nie mit Phrasen uns hinweghelfen, nie eine Vermuthung für Gewissheit ausgeben, nie voreilig, um des augenblicklichen Erfolges willen, die Tragweite einer Entdeckung übertreiben oder das vermeintlich in ihr gefundene Gesetz willkührlich generalisiren, nie uns den Schein geben, das wirklich zu durchschauen, was noch dunkel, das zu wissen, was uns in der That noch unbekannt ist. Nur unter diesen Bedingungen erfüllen wir unsern Beruf so, wie es der ersten wissenschaftlichen Corporation des Landes ziemt. Ich möchte sagen, es sei einer Akademie würdig und unerlässlich, den Wahrheitssinn bis zur Kunst, den Cultus dieser Göttin bis zur zartesten Gewissenhaftigkeit auszubilden.“

Die wahre Wissenschaft, insoferne sie in dieser Weise nur die Wahrheit zu enthüllen sucht, vermag auf die Dauer nichts Böses zu bewirken und dem Guten nicht gefährlich zu werden. Die Geschichte der Wissenschaft lehrt, dass die Wahrheit, auch wenn sie ursprünglich den bisherigen und lieb gewonnenen Anschauungen widerspricht, sich trotz allen Sträubens, ohne dauernden Schaden zu stiften, durchringt und dass jeder Irrthum vergänglich ist, indem nicht selten eine durch Jahrhunderte hindurch festgehaltene falsche Ansicht und ein falscher Glaube durch neue Beobachtungen und Erfahrungen doch endlich der die trüben Nebel durchbrechenden Sonne der Wahrheit weichen muss. Das Gut,

was den Menschen über die übrigen Wesen erhebt, das Nachdenken über sich selbst und über die Welt, in die er gesetzt ist, kann ihn nur höher heben, indem es ihn von falschen Vorstellungen befreit.

Gerade derjenige, welcher die Wahrheit mit allen Kräften seines Geistes und reinsten Strebens sucht, ist sich stets bewusst, wie leicht es geschieht trotz der grössten Wahrheitsliebe durch eine unrichtige Voraussetzung in Irrthum zu verfallen. Es ist das Geschick des Menschen sich zu irren auch Döllinger nicht erspart geblieben, ja man kann sagen, dass er auf dem schwierigen Gebiete nur allmählich und durch viele geistige Kämpfe zu dem sich entwickelt hat, was er geworden ist. Aber es blieb ihm, der nur nach der Wahrheit trachtete, als Trost und Stärkung die feste Ueberzeugung, dass auch sein Irrthum überwunden werde.

Nicht jedem Forscher ist es vergönnt den Sieg dessen, was er erkannt, zu erleben, ja die Edelsten, welche die grössten Wahrheiten ausgesprochen, sind nicht selten während ihres Daseins desshalb verkannt und verfolgt worden; auch da bescheidet sich der wahre Gelehrte in dem Bewusstsein, dass die Wahrheit, wenn auch in fernen Zeiten, siegen und zum Segen der Menschheit beitragen werde. Auch Döllinger hat in Manchem den Erfolg seiner wissenschaftlichen Ideen und Ueberzeugungen der Zukunft überlassen müssen, welche die Schlacken von dem Golde reiniget. Er verglich einmal die Geschichte der Akademie jenem von Lukretius geschilderten Wettlauf, bei welchem die Laufenden als Lichtträger immer Anderen ihre Fackeln übergeben; die Träger verschwinden, einer nach dem andern, das Licht aber bleibt. Die Akademie der Wissenschaften wird die ihr von ihrem verstorbenen Präsidenten Döllinger übergebene Fackel als theures Vermächtniss übernehmen und dafür Sorge tragen, dass ihr Licht, mit dem er so viel Dunkles hell erleuchtete, nicht erlösche. —

August Vogel.

Am 14. August 1889 starb eines der älteren Mitglieder der math.-physikal. Classe, welches nur selten bei den Sitzungen der Classe fehlte, der ordentliche Professor der Agrikulturchemie an der hiesigen Universität, Dr. August Vogel. Derselbe war ein arbeitsamer Gelehrter, dem wir zwar keine grösseren Entdeckungen und keine bahnbrechenden Arbeiten, jedoch eine Fülle kleinerer Beobachtungen und kleinerer Abhandlungen verdanken und der namentlich auch bestrebt war, die Erkenntnisse der Wissenschaft für die Landwirthschaft und die Technik nutzbar zu machen.

August Vogel war am 4. August 1817 zu München als der Sohn des Professors der Chemie an der hiesigen Universität und Mitgliedes unserer Akademie, Heinrich August Vogel, geboren. Der Sohn hat uns in einer Akademischen Gedächtnissrede eine lehrreiche Schilderung des Lebensganges seines Vaters entworfen, welcher seine Ausbildung in der Chemie wesentlich in Paris erhalten hatte, woselbst damals diese Wissenschaft durch hervorragende Chemiker in grossem Aufschwung begriffen war. Nachdem es ihm gelungen war, in einem von der Ecole de Pharmacie ausgeschriebenen Concurse den ersten Preis zu erringen, wurde er als Präparator an dieser Schule und später als Conservator und Hilfsprofessor angestellt, was ein für einen Ausländer ganz ungewöhnlicher Erfolg war; in dieser Stellung blieb er nahezu 14 Jahre (von 1802 bis 1816) lehrend und wissenschaftlich thätig, wobei er zu den bedeutendsten französischen Chemikern und anderen Naturforschern, zu Fourcroy, Vauquelin, Parmentier, Guyton de Morveau, Deyeux, Berthollet, Thenard, Chaptal, Cuvier, Biot u. A. in nähere Beziehungen trat. Seine zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten hatten ihn auch in Deutschland bekannt gemacht, so dass er nach Gehlen's Tod als Chemiker an die hiesige Akademie der Wissenschaften berufen wurde.

In dem Hause dieses seines Vaters erhielt der Sohn eine vorzügliche Erziehung und Ausbildung; er lernte die Freude an der Arbeit und empfieng auch die Anregung zu allgemeiner Geistesbildung im geselligen Umgange mit einem Kreise bedeutender Männer wie Martius, Thiersch, Döllinger, Schelling und Anderen, welche viel in dem Hause an der Arcisstrasse verkehrten; der Vater hatte die französische Sprache, welche er durch seinen Pariser Aufenthalt völlig beherrschte, in der Familie beibehalten, so dass die Kinder früh damit vertraut wurden.

Nach Absolvirung des Gymnasiums widmete sich Vogel dem Studium der Medizin, wobei er in München mit Vorliebe Döllinger, in Göttingen Langenbeck und in Berlin Johannes Müller und Mitscherlich hörte. Nachdem er im Jahre 1839 dahier das Examen rigorosum bestanden hatte und zum Doctor der Medizin promovirt worden war, begab er sich für kurze Zeit nach Giessen in das damals emporgeblühte Laboratorium Liebig's, in dem man eben mit den Beziehungen der organischen Chemie zur Pflanzenphysiologie, namentlich mit den Analysen der Aschen der Pflanzen und mit der Ausbildung der Mineraltheorie, beschäftiget war; er lernte dort vorzüglich die Methoden der Elementaranalyse organischer Stoffe kennen und bekam wohl auch die Vorliebe für die Agrikulturchemie. Gleich nach seiner Rückkehr von Giessen (1840) wurde er zum Adjunkten an dem chemischen Laboratorium der Akademie zur Hilfe seines Vaters ernannt, von wo ab er sich ganz der Chemie widmete. Er verblieb seitdem in hiesiger Stadt, ohne dass von ihm besondere Erlebnisse zu verzeichnen wären, als die eines stillen Gelehrten.

1843 verlieh ihm die Universität Erlangen das Diplom als Doctor der Philosophie und 1848 wurde er zum ausserordentlichen Professor an der Universität ernannt mit dem Auftrage Vorlesungen über Agrikulturchemie zu halten.

Ausserdem unterstützte er seinen Vater bei den Uebungen im chemischen Laboratorium; einer ihrer ehemaligen Schüler theilte mir mit, dass die Praktikanten mit Vergnügen an jene Zeit zurückdächten, da Vater und Sohn es verstanden hätten, die jungen Leute anzueifern und durch ihre wohlwollende Gesinnung ein dauerndes Dankgefühl zu erwecken. 1846 wählte ihn die Akademie zum ausserordentlichen und 1870 zum ordentlichen Mitgliede; 1869 wurde er zum ordentlichen Professor der Agrikulturchemie und zum Conservator des agrikulturchemischen Laboratoriums befördert. Ausser den Vorträgen über landwirthschaftlich-technische Chemie hielt er, in früheren Jahren zum Theil in Vertretung seines Vaters, auch Vorlesungen über organische Chemie, dann über analytische Chemie, sowie auch praktisch-chemische Uebungen im agrikultur-chemischen Laboratorium. In den letzten 12 Jahren seines Lebens hatte er sich von der Lehrthätigkeit ganz zurückgezogen.

Die Resultate seiner wissenschaftlichen Arbeit sind in einer ungemein grossen Zahl von Veröffentlichungen niedergelegt. Er besass ein lebhaftes Interesse für die Vorgänge in der Natur und mannigfache, mit grossem Fleisse erworbene naturwissenschaftliche Kenntnisse. Es lag jedoch nicht in seiner Art ein bestimmtes Gebiet der Chemie von Grund aus zu bearbeiten und umfassende Probleme sich zu stellen, es ist vielmehr der grösste Theil seiner wissenschaftlichen Untersuchungen durch gelegentliche Beobachtungen und andere gelegentliche Anregungen entstanden, welche ihn veranlassten, die Sache durch eigene Versuche zu prüfen und weiter zu fördern. Aus dieser Weise der Forschung entsprangen aber doch Thatsachen von Werth, von welchen ich einige der wichtigeren hervorheben möchte, um ein Bild von der wissenschaftlichen Thätigkeit Vogel's zu geben.

Der grössere und auch der werthvollere Theil seiner Abhandlungen beschäftiget sich mit den chemischen Vorgängen

in der Pflanze. Eine seiner umfangreichsten und am weitesten durchgeführten Untersuchungen ist die über die Aufnahme der besonders zum Aufbau des Stengels nöthigen Kieselerde durch die Pflanze, welche Untersuchung von der Akademie der Wissenschaften zu Berlin (1866) mit einem Preise gekrönt wurde. Er that darin durch Experimente dar, dass die im Boden befindliche schwer lösliche krystallisirte Kieselerde durch den Vegetationsprozess eine Umwandlung in die von den Pflanzenwurzeln aufnehmbare lösliche amorphe Modifikation erfahre; dass die als Dünger in den Boden gebrachte amorphe Kieselerde von der Ackerkrume absorbirt wird und in dieser Form unmittelbar zur Pflanzennahrung dient; dass die Kieseldüngung sowohl auf natürlichem als kultivirtem Boden einen Mehrertrag der Cerealienernte erzeugt, jedoch nur in der Strohernte und nicht in der Körnerernte; und endlich dass die möglichst feine Vertheilung der zur Düngung verwendeten Kieselpräparate wesentlich die Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln befördert. Später kam er nochmals auf das Verhalten der Kieselerde zurück bei der Prüfung der bekanntlich viel amorphe Kieselerde enthaltenden Lüneburger Infusorienerde, von der er ein grosses Wasseraufsaugungsvermögen, ein schlechtes Wärmeleitungsvermögen und insbesondere eine geringe chemische Absorptionsfähigkeit für die Pflanzennährstofflösungen nachwies, was Alles für das Gedeihen der auf ihr wachsenden Pflanzen von Bedeutung ist.

Weiter liegen von Vogel Versuche vor über den Einfluss von allerlei Stoffen auf die Keimung der Samen, wobei er die interessante Thatsache constatirte, dass nicht nur gelöste Substanzen darauf schädlich einwirken, sondern auch in Wasser unlösliche Verbindungen, welche also offenbar durch die Keimung in lösliche schädliche Stoffe übergeführt werden müssen. — Er bestimmte die Menge der beim Keimen der Samen sich entwickelnden Säure, und ermittelte, dass der Fettgehalt derselben dabei nicht abnimmt; auch bestätigte

er die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Asche aus den einzelnen Theilen der Pflanze.

Ferner prüfte er die Grösse der Wasserverdunstung verschiedener Vegetationsdecken mittelst des Klinkerfuess'schen Hygrometers, wobei sich ergab, dass dieselbe auf besätem Boden bedeutend grösser ist als auf unbebautem Lande und dass auf die Menge des verdunstenden Wassers die Natur der Pflanzenart von wesentlichem Einflusse ist.

Längere Zeit beschäftigte er sich mit Versuchen über den Einfluss der Vegetabilien auf die Atmosphäre, indem er die Quantität der von der Pflanze aufgenommenen und abgegebenen Kohlensäure bestimmte; die Resultate entsprachen wohl kaum der aufgewendeten grossen Mühe, denn er fand im Wesentlichen nur die schon vorher bekannte Thatsache, dass die Pflanze mehr Kohlensäure aufnimmt als abgiebt.

Von seinen übrigen Arbeiten, welche sich nicht auf das Pflanzenleben beziehen, verdienen Erwähnung: seine Beiträge zur chemischen Kenntniss des Pepsins und Chondrins, die über die Reaktionen des Chinins, die Beobachtungen über Torfverkohlung bei verschiedenen Temperaturen, die über das Verhalten der Milch zur Labflüssigkeit, über den Gehalt des Tabakrauchs an Schwefelwasserstoff und Blausäure, über den reichlichen Oelgehalt der Mehlwürmer, über die näheren Vorgänge bei der Zersetzung der salpetersauren Salze durch Kohle, über das Bleisesquiphosphat (mit Reischauer). Er gab auch eine Methode der Darstellung des Eisenoxydes aus oxalsaurem Eisen an, welches als feinstes Polirroth zum Schleifen von Gläsern für optische Instrumente allgemeine und höchst nutzbare Anwendung gefunden hat. Eine grössere Abhandlung schrieb er endlich zur chemischen Kenntniss der Seide, besonders des in ihr enthaltenen Fibroins; er wiederholte die schon früher von Mulder ausgeführte Elementaranalyse des Fibroins und verfolgte die bei Einwirkung von Salpetersäure auf diesen Stoff entstehenden Produkte.

Die vielfachen Beschäftigungen mit der Chemie der Pflanze sowie auch die unbegrenzte Verehrung für Liebig führten Vogel zu seinen Bestrebungen für die Landwirthschaft, indem er in vielen Schriften, namentlich die Liebigschen Lehren verständlich zu machen und zu verbreiten suchte, wodurch er sich mannigfache Verdienste erworben hat.

Auch für die Anwendung der Lehren der Chemie in der Technik hatte er Interesse. Er schrieb Vieles darüber und nahm vor Allem lebhaften Antheil an der nützlichen Thätigkeit des hiesigen polytechnischen Vereins, zu dessen ältesten Freunden er gehörte und in dem er in früherenJahren durch Vorträge, Anregungen und Gutachten fruchtbringend wirkte.

Es erschien ihm ausserdem als eine dankenswerthe Aufgabe, naturwissenschaftliche Kenntnisse in angemessener Form in weitere Kreise zu verbreiten, und so entstanden von ihm zahlreiche Aufsätze in öffentlichen Blättern und Zeitschriften, womit er manches Gute stiftete.

In dieser Weise war Vogel unablässig thätig und suchte zu nützen, so weit es in seinen Kräften stand. Er war ein liebenswürdiger College, von humaner Gesinnung, und stillem freundlichen Wesen, der mit Allen in Frieden zu leben trachtete. Durch Thiersch's Einfluss war er begeistert für die klassische Literatur des Alterthums, und durch Schelling und Schubert für eine philosophische Naturauffassung, wobei er jedoch jeder Spekulation fern blieb.

Im Juni 1889 begieng er in Rosenheim, woselbst er gerne bei einem seiner Söhne verweilte, in aller Stille und Zurückgezogenheit sein 50jähriges Doktorjubiläum. Es war seine letzte Lebensfreude; denn wenige Wochen darauf starb er, nachdem er schon seit einigen Jahren gekränkelt hatte, in Rosenheim im 73. Lebensjahre. Seine Freunde werden ihn in gutem Andenken behalten. [1])

---

1) Die in Poggendorff's biographisch-literarischem Handwörterbuch über Vogel's Arbeiten gemachte Bemerkung ist nach sicheren Erkundigungen gänzlich unbegründet.

Karl Emil von Schafhäutl.

Am 25. Februar dieses Jahres schied das nach der Zeit der Aufnahme in die Akademie älteste einheimische Mitglied unserer Corporation, Dr. Karl Emil v. Schafhäutl. Er war ein ungewöhnlich begabter und intelligenter Mann von vielseitigen Kenntnissen und Fertigkeiten, eine ganz eigenartige selbständige Natur, die sich unabhängig von jeglicher Schule nur durch eigene Kraft entwickelt hatte. In Folge davon besass er die Tugenden, aber auch manche Fehler des Autodidakten, welche letzteren sich bei mangelnder Schulung wegen der Fülle der in der Naturwissenschaft angesammelten Thatsachen und Erkenntnisse trotz aller Originalität und allen Talentes immer weniger vermeiden lassen. Nichtsdestoweniger hat sich Schafhäutl nicht nur um die Wissenschaft viele Verdienste erworben, sondern auch namentlich in der Kunst und in der Technik eine höchst fruchtbringende Thätigkeit entfaltet.

Sein Lebenslauf bietet viel des Interessanten und Besonderen dar.

Schafhäutl wurde am 16. Februar 1803 zu Ingolstadt als der Sohn eines bayerischen Stabschirurgen und Arztes geboren. Er behauptete, sein eigentlicher Familienname wäre Schafhäutli und er leitete denselben (siehe Schmeller Bd. II. S. 377) von dem alemannischen Worte Tschaffyttle d. i. Zwergohreule ab. Nach dem frühzeitigen Tode des Vaters brachte die Mutter, welche auch bald darauf starb, den aufgeweckten Knaben in das Studienseminar zu Neuburg an der Donau (1813). Schon sehr frühe zeigte sich, was aus ihm werden sollte. Von der ersten Jugend an besass er eine leidenschaftliche Liebe und ein ausgesprochenes Talent für die Musik; diese Neigung wurde in dem Seminar durch den als Komponisten bekannt gewordenen Professor Eisenhofer, sowie durch den Umgang mit seinem Schulkameraden Franz Lachner, dem späteren berühmten Generalmusikdirektor, genährt. Die

Zöglinge bildeten ein Orchester, das in der Kirche bei feierlichen Gottesdiensten die Musik übernahm, wobei er eifrig mitwirkte.

Schon damals gab er sich mit Gedanken über das Wesen des musikalischen Tons und über den Bau der musikalichen Instrumente ab. Ausser der Musik zogen den merkwürdigen Knaben auch die Naturwissenschaften an. Er hatte sich im Alter von 11 Jahren eine Elektrisirmaschine gebaut und seine Freistunden mit chemischen Experimenten ausgefüllt; als 16 Jähriger machte er Untersuchungen über fulminirende Präparate, welche 4 Jahre später die erste wissenschaftliche Arbeit Liebig's bildeten, und fand schon, dass die knallende Eigenschaft dieser Verbindungen von einem eigenen stickstoffhaltigen Körper, der die Eigenschaften einer Säure zeigt, komme. Ausserdem befasste er sich noch mit der schönen Literatur; noch nicht ganz 15 Jahre alt verfasste er sein erstes Schriftchen für die Jugend, in Christoph Schmid's Manier, unter dem Titel: „Der Alte von den Bergen," das er, ohne es niederzuschreiben, einer Wette zufolge, selbst setzte und druckte und das 10 Auflagen erlebte.

Er trat im Jahre 1816 aus der Anstalt zu Neuburg aus und scheint überhaupt das Gymnasium nicht absolvirt zu haben. Er war darnach in Ingolstadt und dann an der Landshuter Universität, in deren Matrikelbuche er jedoch nicht eingezeichnet ist. Er war offenbar Pharmazeut mit der kleinen Matrikel und trieb neben philosophischen Studien viel mineralogische Chemie bei Fuchs und setzte die am Gymnasium begonnenen naturwissenschaftlichen Versuche für sich eifrig fort. Im Anschluss an seine früheren Experimente mit explodirenden Stoffen studirte er, 17 Jahre alt, die Natur des Wasserdampfes und construirte ein Instrument, in welchem Wasser, durch Einspritzen in ein glühendes Gefäss plötzlich in Wasserdampf verwandelt, eine Kugel aus einem Laufe fortschleuderte, ein Prinzip das 12 Jahre

später Perkins in seiner Dampfflinte verwerthete; auch als er einen Wassertropfen unmittelbar hinter der Kugel durch explodirende Stoffe in Dampf verwandelte, gelang es ihm die Kugel mit grosser Kraft fortzuschleudern, Versuche, von welchen Prof. Mayer in Göttingen, der damals durch Ingolstadt kam und ihn kennen lernte, Mittheilung machte. Er erwarb sich auch tüchtige Kenntnisse in der praktischen Mechanik unter Leitung eines geschickten Uhrmachers in Landshut, und gab sich fortgesetzt mit der Verfertigung physikalischer Instrumente ab, namentlich schliff und verfertigte er selbst (1820) ein Newtonianisches Spiegeltelescop mit einem Spiegel von 3 Zoll Durchmesser, welcher Doppelsterne z. B. den im Fusse der Andromeda mit grosser Schärfe zeigte. Auch als Student fand er noch die Zeit sein Talent für Musik weiter auszubilden und sich mit der schönen Literatur vertraut zu machen und auch seine eigenen Versuche in letzterer fortzusetzen; er schrieb (1821) ein weiteres Jugendschriftchen: „Die Wallfahrt nach Jerusalem“ ferner „Vater Noahs Haarbeutel,“ eine Posse in 1 Akt, dann ein metrisches Trauerspiel mit Chören, Klotilde betitelt, später noch (1833) den „Sieg des Kreuzes“ für den katholischen Bücherverein; auch gab er eine Zeitschrift für die Jugend unter dem Titel „Wingolf“ heraus.

Am Ende des Jahres 1827 finden wir den jungen Schafhäutl, nachdem er von der Universität abgegangen war, in München wieder, wo er eine Anstellung als Skriptor an der Universitätsbibliothek erhalten hatte. Die Pflege der Musik, die seine ganze Seele erfüllte, war es, welche ihn nach München gelockt.

In der That scheint er sich zu dieser Zeit fast ausschliesslich mit der Tonkunst abgegeben zu haben. Zunächst trat er als Musikkritiker in der Leipziger musikalischen Zeitung und in der Eos auf; dann führten ihn seine Studien der Violine und des Klaviers sowie der Theorie der Satz-

kunst zu Forschungen auf dem Gebiete der physikalischen Akustik. Er stellte Untersuchungen an über das Spiel und die Theorie der Aeolsharfe (1831), besonders aber über die Ursachen des Tons, welche er in drei Abhandlungen (1831 bis 1834) niederlegte. Er kam darin zu der eigenthümlichen Vorstellung, dass das Tönende stets ein fester Körper sei wie z. B. der Resonanzboden einer Violine und eines Klaviers oder das Holz und Metall der Blasinstrumente; das Wesen des Tons ist nach ihm nicht durch Schwingungen der Saite oder der Luftsäule bedingt, welche nur die nächsten Ursachen des Tons seien und die Intensität desselben bestimmen sollen. Diese Vorstellungen haben sich bekanntlich als nicht richtig erwiesen; Schafhäutl hat dazu nur kommen können, da er die Thatsachen der Schallleitung und der Resonanz nicht vollkommen beherrschte. Alle seine Veröffentlichungen dieser Zeit geschahen noch unter dem Pseudonym Karl Emil Pellisov (pellis ovis).

Einen bestimmenden Einfluss auf sein ferneres Geschick hatte die Bekanntschaft mit Theobald Böhm, einem Mann von ähnlichen Anlagen wie Schafhäutl. Böhm war ein sehr geschickter Silberarbeiter, ein mechanisches Talent und ein Virtuos auf der Flöte. Das Zusammenleben der beiden unzertrennlichen Freunde führte zu der Herstellung der neuen Böhm'schen Flöte und auch zu einer Verbesserung des Pianofortes, welche letztere Erfindung sie nutzbar zu machen suchten; aber zwei treulose Arbeiter giengen mit den Modellen nach London und nahmen dort ein Patent auf ihre angebliche Erfindung, so dass der dortige Pianofortefabrikant, mit welchem Böhm in Verbindung getreten war, in einen fatalen Prozess verwickelt wurde. Schafhäutl reiste (1834) mit Böhm nach London und sie hatten das Glück den Prozess zu gewinnen. Böhm, der schon vorher in England war und durch sein wunderbares Flötenspiel grosses Aufsehen erregt hatte und in weiten Kreisen bekannt geworden war,

hatte seinem Freunde die grossartigen Verhältnisse in England, namentlich die technischen, in glänzenden Farben geschildert und in ihm die Sehnsucht nach diesem gelobten Lande der Technik erweckt; durch Böhm's Einfluss kam er nun in die grössten metallurgischen Fabriken Englands, auch in die gewaltigen Gussstahlfabriken zu Cheffield. Daraus entwickelte sich jetzt eine der wichtigsten Episoden von Schafhäutls Thätigkeit.

Man hatte nämlich bis dahin zur Herstellung des berühmten englischen Gussstahls nur aus Magnet- und Spatheisensteinen erhaltene Stabeisensorten angewendet, welche man in den grössten Mengen aus Schweden und Russland einführte, da man es für unmöglich hielt, aus englischem, aus Thoneisenstein mittelst Steinkohlen erblasenem Eisen guten Stahl zu machen. Schafhäutl machte in dem von ihm (1834) zu Swansea errichteten chemischen Laboratorium Analysen der verschiedenen Eisensorten, namentlich der schwedischen und russischen, und suchte darnach darzuthun, dass die verschiedenen Eigenschaften des Eisens, als Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl, wesentlich von der chemischen Zusammensetzung abhängen. Er hatte nämlich im Eisen einen Gehalt an Stickstoff neben dem von Phosphor, Schwefel und Arsen entdeckt und glaubte wichtige Eigenschaften des Eisens von diesen Nebenbestandtheilen ableiten zu dürfen; in dieser Weise erklärte er gewisse Eigenthümlichkeiten besonderer Sorten von Stahl bedingt durch einen wenn auch kleinen Gehalt an Stickstoff und Arsen, was allerdings später durch sorgfältige Untersuchungen sich als nicht richtig erwies. In diesem Sinne verdanken nach Schafhäutl die schwedischen und russischen Eisensorten ihre Verwendbarkeit zur Stahlfabrikation nicht ihrer besonderen Reinheit, wie man geglaubt hatte, sondern ihrer Legirung mit anderen Stoffen; bei Anwendung von englischem mittelst Steinkohlen hergestelltem Stabeisen würden nach seiner Ansicht durch dessen Schwefelgehalt auch Kieselerde und Thonerde zu Si-

licium und Aluminium reduzirt, die sich mit dem Eisen verbinden und so die Herstellung guten Stahls vereiteln sollen.

Er suchte nun weiter die nach seiner Anschauung schädlichen Bestandtheile bei der Herstellung des schmiedbaren Eisens durch den Puddlingsprocess zu beseitigen und durch solche Mittel hauptsächlich dem gewöhnlichen englischen Steinkohleneisen alle Eigenschaften des schwedischen und russischen mitzutheilen, welche diese zur Stahlfabrikation so geschickt machen.

Er benützte zu diesem Zwecke ein Geheimmittel, das sogenannte Schafhäutl'sche Pulver, als Zuschlag während der Puddelarbeit; dieses Pulver besteht aus 67% Kochsalz, 24% Braunstein und 9% gut gereinigtem Töpferthon. Dasselbe wurde meist mit günstigem Erfolg in Anwendung gebracht und wird selbst jetzt noch vielfach benützt. Wenn auch über die Wirkungsweise dieses Mittels unter den Eisenhüttentechnikern sehr verschiedene Ansichten bestehen, so viel scheint festzustehen, dass sein Einfluss wesentlich in der Bildung einer durch Mangan und Natron leichter schmelzbar gemachten Schlacke besteht; bei den bayerischen Hüttenwerken war der Erfolg meist ein günstiger, jedoch hatte der Zuschlag auch ohne Beimengung von Thon die gleiche Wirksamkeit.

Der Fabrikherr, unter dessen Auspizien Böhm und Schafhäutl ihre Versuche anstellten, nahm (1835) ein Patent auf den neuen Process, und Letzterer errichtete zwischen Birmingham und Dudley ein Eisenwerk mit 10 Puddlingsöfen, welches sich ganz mit der Bereitung von Stahl aus englischem Eisen abgab, und leitete das Werk selbst zwei Jahre lang; der daraus bereitete Stahl kam dem besten englischen Stahl gleich.

Um ein gleichförmiges Stabeisen zu erzeugen, erfand er an Stelle der bis dahin üblichen Kratzarbeit mit der Hand eine Maschine, welche durch Dampf getrieben, alle die zusammengesetzten Bewegungen und Arbeiten des Puddlers beim Puddeln des Stabeisens selbst ausführte und in gleicher Zeit viel mehr Eisen liefern solle. Er suchte durch dieselbe

den Puddelprocess möglichst ähnlich dem Handfrischen einzurichten, eine zu feine Vertheilung der Eisentheilchen zu verhüten und eine dem Gang des Processes entsprechende Temperatur zu erzielen.

Diese von ihm erfundene mechanische Vorrichtung, welche 1836 in England patentirt wurde und in der Tividale-Eisenhütte bei Dudley in Betrieb war, erforderte jedoch eine besondere Betriebskraft für jeden Puddelofen und fand, weil zu kostspielig, wenig Anwendung. Desshalb gieng Schafhäutl zur Errichtung von Puddlingsöfen mit einfachem Fassungsraum über; doch blieben auch bei dieser Einrichtung Nachtheile und Schwierigkeiten zu überwinden, welche veranlassten, dass er bald wieder von der Benützung dieser Vorrichtung Abstand nahm; erst in neuerer Zeit ist man wieder auf ähnliche, aber einfachere Apparate zurückgekommen.

Nachdem er so die Fabrikation dieses Stabeisens in England begründet hatte, gieng er (1837) nach Frankreich, führte dort auf den bedeutendsten Werken (in Terre noire, Creuzot, Alais) das Schlackenfrischen mit seinem neu erfundenen Ofen ein und setzte seine Analysen der französischen Eisensorten fort, wozu er zu Alais bei Nismes ein Laboratorium errichtete, in dem er fast ein ganzes Jahr lang thätig war.

Nach seiner Zurückkunft nach England theilte er unter grossem Beifall vor der Naturforscher-Versammlung zu Birmingham (1839) unter Graham's Vorsitz seine Beobachtungen und Analysen über Eisen und Stahl mit, wobei er eine Methode der Bestimmung des Stickstoffs mittelst Aetzkali und Kalk angab, welche ähnlich der später von Will-Varrentrapp geübten war.

Er beschäftigte sich dann mit der Dampferzeugung und mit Versuchen über die Ursachen der Dampfkesselexplosionen. Er suchte darzuthun, dass dieselben nicht von einer Ueberladung der Kessel mit Dampf oder von einer Erzeugung von Wasserstoffgas und Anderem herrühren, sondern vielmehr von dem Stoss einer sich plötzlich entwickelnden Dampfmasse

in Folge von glühend gewordenen Metallflächen. Es ist ein Verdienst von Schafhäutl auf diesen Fall nachdrücklich aufmerksam gemacht zu haben; wir wissen jetzt, dass die plötzliche Dampfentwicklung zwar eine der Ursachen des Zerspringens der Kessel sein kann und früher auch häufiger war, dass es aber noch andere Momente dafür giebt. In Folge seiner Vorstellungen führte er ein besonderes Ventil am Boden des Kessels ein, das man heut' zu Tage durch andere Mittel ersetzt hat. Schafhäutl erhielt damals für seine Abhandlungen über die Ursachen der Dampfkesselexplosionen die silberne Telford-Medaille.

Armstrong hat, wie bekannt ist, zuerst die Entwicklung von Elektrizität beim Ausströmen des Dampfes aus der Lokomotive bemerkt, und nachgewiesen, dass dieselbe durch die Reibung des Dampfes an dem Ausströmungsrohr bedingt ist. Nach Schafhäutl's Untersuchungen ruft weder die Verdunstung von Wasser noch die Verdichtung von Wasserdampf elektrische Erscheinungen hervor.

Er vollendete in England noch eine Anzahl werthvoller chemisch-mineralogischer Arbeiten; er wies Arsenik ausser im Eisen auch in Arzneipräparaten und menschlichen Gebeinen nach; bei Gelegenheit seiner geologischen Erforschung der berühmtesten Steinkohlen- und Anthrazitlager und seiner Versuche über die Zusammensetzung und Heizkraft der englischen Steinkohlen machte er Beobachtungen über die Entstehung der verschiedenen Sorten von Anthrazit und über die chemische Bedeutung ihres Aschegehaltes; auch entdeckte er während seines Aufenthaltes in den grossen Kupferhütten zu Swensea in Süd-Walis eine neue Verbindung von Schwefelsäure und arseniger Säure.

In England erwarb sich Schafhäutl auch den Doktorgrad; zuerst wurde er (1835) zu Dublin zum Doktor der Philosophie promovirt und später (1838) zum Doktor der Medizin auf Grund einer Dissertation: *de rabie canina, ejus*

origine et cura, in der er Experimente beschrieb, bei denen es ihm nach seiner Ueberzeugung geglückt war von drei in hohem Grade wasserscheuen Hunden zwei vollkommen wieder herzustellen, indem er sie durch Einathmen eines Gemenges von Kohlensäure und Kohlenoxydgas in heftige Athemnoth versetzte.

Wie sehr man Schafhäutl in England schätzen lernte, beweist, dass er noch lange Zeit mit vielen der vorzüglichsten Gelehrten und Techniker dieses Landes in lebhaftem Verkehre blieb. Welchen pekuniären Vortheil er aus seinen Erfindungen daselbst gezogen, weiss ich nicht; es scheint aber nicht viel gewesen zu sein, denn er war während einiger Zeit genöthiget, um sich seinen Lebensunterhalt zu verdienen, die Stelle als Hilfslehrer in einem Knabeninstitute anzunehmen.

Nachdem Schafhäutl in solcher Weise thätig acht Jahre in der Fremde zugebracht hatte, kehrte er (1841) in seine Heimath und zwar nach München zurück. Der in Physik, Chemie und anderen Zweigen des menschlichen Wissens bewanderte Gelehrte erregte alsbald auch hier die Aufmerksamkeit, namentlich die des vortrefflichen Fuchs, der ihn in jeder Weise zu fördern suchte und in sein Laboratorium aufnahm. Durch Böhm's Einfluss erhielt er für Ueberlassung der verbesserten Puddlingsmethode an die bayerischen Staatshüttenwerke eine 20 Jahre dauernde jährliche Rente von 1600 fl. Auf den Vorschlag von Fuchs, in welchem er als in gleich hohem Grade ausgezeichnet durch Talent und Kenntnisse geschildert wird, wurde er 1842 zum ausserordentlichen Mitgliede der Akademie gewählt; drei Jahre darnach (1845) beförderte ihn nach damaliger Gepflogenheit König Ludwig I. zum ordentlichen Mitgliede. Im Jahre 1843 erhielt er die Anstellung zum ausserordentlichen Professor an der staatswirthschaftlichen Fakultät der Universität, und ein Jahr darauf (1844) wurde er zum ordentlichen Professor für Geognosie, Bergbaukunst und Hüttenkunde ernannt, über

welche Fächer er als Erster an unserer Universität Vorlesungen hielt. Zum Vertreter der Geognosie schien er besonders geeignet zu sein durch seine tüchtigen chemischen und mineralogischen Kenntnisse, zum Vertreter der Bergbaukunst und Hüttenkunde durch seine langjährige Praxis in diesen Fächern; es hat in der That damals wohl keinen Hüttenmann gegeben, der so vertraut war wie er mit den Eigenschaften und den Produktionsmethoden des Eisens. Im Jahre 1848 erfolgte seine Ernennung zum Conservator der geognostischen Sammlung des Generalconservatoriums, durch deren Begründung er sich erhebliche Verdienste erworben hat.

Nach seiner Rückkehr nach Bayern und seiner Anstellung als Professor der Geognosie nahmen seine wissenschaftliche Thätigkeit zunächst Fragen dieses Gebietes in Anspruch. Er unternahm alsbald die chemische Analyse von Mineralien und Gebirgsarten, namentlich der oberbayerischen Kohle, dann des Fuchsits, eines chromhaltigen Glimmers, einer Reihe von glimmerähnlichen Mineralien, unter welchen er einen Natronglimmer (Paragonit) entdeckte, ferner des Stink-Flussspaths von Wölsendorf, dessen eigenthümlichen Geruch er von einem Gehalt an Chlorcalcium ableitete, des Nephrits, des Porzellanspaths, in dem er einen Chlorgehalt nachwies, des Thonsteins, des dolomitischen Salzthons von Berchtesgaden, des Meteorsteins von Schöneberg und der Porzellanthonerde von Passau.

Noch in England hatte er ein Photometer zur Vergleichung der Lichtstärke der gewöhnlichen Gasflammen mit der Flamme des Budelichtes construirt, da die bisher angewendeten Instrumente hier keine Dienste mehr leisteten. Sein Verfahren ist ein höchst originelles. Er maass die Dauer der Nachbilder auf der Netzhaut und nahm an, dass dieselbe der Intensität des Lichtreizes proportional ist. Er brachte zu dem Zwecke an einer schwingenden Stahlfeder eine mit einem Ausschnitte versehene Metallscheibe an, hinter welcher die

Lichtquelle sich befand. Bei jeder Schwingung der Feder erhält das Auge durch den Ausschnitt einen Lichteindruck, und nun gab er der Feder durch Aenderung ihrer Länge eine solche Schwingungsdauer, dass die Andauer des Nachbildes gerade so gross war d. h. dass das Auge eine constante Lichterscheinung wahrnimmt. So schön der Gedanke auch ist, so hat doch Schafhäutl nichts gethan, um nachzuweisen, ob seine Messungen Zutrauen verdienen, denn er hat über die Empfindlichkeit seines Instrumentes keine Beobachtungen gemacht, auch nichts darüber angegeben, ob die einzelnen Messungen übereinstimmende Resultate ergeben und ob die Andauer der Erregung proportional dem Lichtreiz ist.

Weiterhin beschrieb Schafhäutl ein zur Vergleichung der Intensität zweier Schallquellen dienendes Instrument. Er verschaffte sich einen Schall, dessen Intensität er verändern und bestimmen konnte, indem er Kugeln von verschiedenem Gewicht auf eine Glasplatte von verschiedener Höhe herabfallen liess, und nahm an, dass die Schallstärken proportional sind dem Gewichte der Kugel und der Wurzel aus der Fallhöhe d. i. der einfachen Geschwindigkeit des fallenden Körpers. Um nun mit dieser Schallquelle von bekannter Stärke eine andere zu vergleichen, hat das Ohr zu beurtheilen, wann der letztere Schall durch den ersteren, dessen Stärke er durch Gewicht und Fallhöhe änderte, eben verdeckt wird. Auch hier fehlen Versuche über die Genauigkeit der Angaben des Instrumentes und er bringt keine Beobachtungen darüber, ob die Schallintensität durch das Gewicht und die Wurzel aus der Fallhöhe gemessen werden kann, was allerdings von Vierordt gegenüber einer anderen Angabe von Fechner bestätiget worden ist. — Es ist auch noch der aräometrische Heber oder die Aräometerpipette Schafhäutl's zu erwähnen.

Auf geologischem Gebiete erwarb sich Schafhäutl unbestreitbare Verdienste durch seine eingehenden Untersuchungen der bayerischen Alpen und durch die Beschreibung

zahlreicher von ihm in denselben aufgefundenen Versteinerungen. Doch gieng er bei der Deutung seiner Beobachtungen zu sehr von dem einseitig theoretischen Standpunkt der damals durch N. v. Fuchs hauptsächlich vertretenen neptunistischen Theorie aus, welche er in seiner geologischen Erstlingsschrift: „Die Geologie in ihrem Verhältnisse zu den übrigen Naturwissenschaften" (Festrede der öffentlichen Sitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften 1843) weiter zu erörtern und fester zu begründen versuchte. Es ist dies sein geologisches Glaubensbekenntniss, an welchem er in seinem ganzen Leben unentwegt festhielt. In dieser Schrift zog er mit scharfer, oft nicht leidenschaftsloser Kritik gegen den damals herrschenden, allerdings ins Extrem getriebenen Plutonismus zu Feld, ohne das, was durch die gewissenhaftesten Forschungen Anderer im plutonistischen Sinne festgestellt war, gebührend zu berücksichtigen. Er verwarf nicht blos die Annahme eines feuerflüssigen Zustandes des Erdinnern, sondern glaubte auch alle warmen Quellen, Vulkane und Erdbeben von einem ununterbrochenen Spiel chemischer Kräfte in der Erdtiefe ableiten zu dürfen. Er leugnete eine Zunahme der Wärme gegen die Tiefe der Erdrinde und den Vulkanismus als ein Produkt eines Centralfeuers. Sehr bemerkenswerth sind seine Erörterungen über die Entstehung der Gebirge; Schafhäutl widerspricht in dieser Richtung der Annahme, dass dieselben durch Erhebung aus der Tiefe gebildet worden seien unter Berufung auf die Ansichten von Prevost. Die Gebirge seien vielmehr durch Einsinken gewisser Theile der Erdkruste in Folge allmählichen Zusammenziehens des vertrocknenden und krystallisirenden breiigen Erdkerns entstanden, wobei zugleich ein breiiger Teig, der als Granit erstarrte, empor gepresst worden sei. Dass L. von Buch's Dolomitisationstheorie und die Metamorphose auf feurigem Wege auf's heftigste bekämpft werden, ist nach dem chemischen Standpunkt Schafhäutl's selbstverständlich. Diesen Standpunkt,

den Schafhäutl in Bezug auf die geologische Wissenschaft einnahm, hat derselbe in einer zweiten, späteren Schrift wiederholt ausgesprochen (Gelehrte Anzeigen der k. b. Akademie der Wissenschaften 1845). Er erklärt die Geologie nur als einen Zweig der angewandten Mineralogie gelten lassen zu können; sie dürfe ihre Hypothesen nur auf chemische Experimente und auf Beobachtungen stützen. Er wendet sich wiederholt gegen die Dolomitbildung durch den Einfluss von schwarzem Porphyr und gegen die Entstehung krystallinischer Kieselmassen, namentlich des Granites, auf feurigem Wege.

Diese theoretischen Anschauungen Schafhäutl's verdienen in den Vordergrund seiner geologischen Thätigkeit gestellt zu werden, weil dieselben sich in allen seinen praktischen geologischen Arbeiten wiederspiegeln und ausschliesslich die Schlussfolgerungen beherrschen, die er aus den Beobachtungen in der Natur und der Untersuchung der Gesteine in chemischer Beziehung in allzu sicherem Gefühle der Unfehlbarkeit seiner eigenen, von allen anderen Forschungen unabhängigen, selbständigen Anschauungen ziehen zu dürfen glaubte. Es ist dies offenbar ebenfalls eine Folge des Mangels einer guten Schulung und der allzu frühen autodidaktischen Beschäftigung mit wissenschaftlichen Arbeiten.

Als erste grössere speziell geologische Untersuchung wählte sich Schafhäutl das Studium der vulkanischen Erscheinungen am Vesuv (Münchener Gelehrte Anzeigen 1843), Der hierüber erstattete sehr ausführliche Bericht erklärt die Explosionen des Eruptionskraters als eine Folge der Berührung des auf die flüssige Lava fallenden Wassers und verlegt den Herd dieses Phänomens auf kaum 300 Fuss unter dem jetzigen Kraterniveau, nicht etwa in die Tiefe einer 18 Meilen dicken Erdkruste wie die Plutonisten anzunehmen geneigt seien. Den vulkanischen Prozess selbst erklärt er ebensogut und vielleicht gleichzeitig mit der Wirkung der Zersetzung angehäufter organischer Stoffe durch Oxydationsprozesse von

Nestern unverbrannter Metalloide in der Erdkruste, zu welchen auf in Folge einer Zusammenschrumpfung entstandenen Rissen Wasser Zutritt gefunden hätte.

Es folgten dann eingehende Untersuchungen über die geognostischen Verhältnisse der bayerischen Alpen. Ein erster Bericht hierüber beschäftigt sich mit den merkwürdigen, hier so weit verbreiteten Versteinerungen, den sogenannten Nummuliten. Indem er chemische Aetzmittel zur Klarlegung der inneren Struktur dieser bis dahin problematischen Körper in Anwendung brachte, bahnte er für die Untersuchung derartiger Versteinerungen neue Wege und lehrte bessere Hilfsmittel zur Unterscheidung der einzelnen Arten kennen als allen seinen Vorgängern zu Gebote standen. Jedoch war er bei deren Artenunterscheidung und ihrer Bezeichnung weniger glücklich, weil er dabei die in der Wissenschaft üblichen Regeln ganz ausser Acht liess und bereits eingebürgerte Namen so vollständig ignorirte, dass von allen den von ihm aufgestellten neuen Arten kaum eine für die Dauer Geltung erlangte.

In demselben Jahre (1846) publicirte Schafhäutl eine weitere Abhandlung: „Beiträge zur näheren Kenntniss der bayerischen Voralpen.“ In der dieser an interessanten und wichtigen Untersuchungsresultaten reichen Abhandlung beigegebenen geognostischen Karte unterscheidet er neun verschiedene parallel verlaufende Zonen, welche die sämmtlichen, die bayerischen Alpen der Länge nach durchziehenden Schichtensysteme von der Molasse bis zu dem sogenannten Alpenkalk umfassten. Da er bei der Bestimmung der zahlreichen von ihm aufgefundenen Versteinerungen nach blos oberflächlicher Formähnlichkeit die Arten ohne Rücksicht auf die Lagerung unterschied, kam er zu dem von allen bisherigen Wahrnehmungen abweichenden Ergebnisse, dass in den Schichten der Alpengesteine die sonst verschiedenen Formationen zugeschriebenen Spezies von Versteinerungen mit einander

vermengt vorkämen und daher nicht zur genauen Gliederung und Altersbestimmung benützt werden dürften. Es wurde desshalb dieser Schilderung der geologischen Verhältnisse der bayerischen Alpen von der gelehrten Welt wenig Zutrauen geschenkt. Bezüglich der Bildung des Hochgebirgs beruft er sich, im Widerspruch mit der damals herrschenden Gebirgstheorie, merkwürdiger Weise auf die Erscheinung, welche man wahrnimmt, wenn man z. B. den Läufer von einer mit einer weichen zerriebenen Substanz überzogenen Platte abhebt, wobei eigenthümliche runzelige Erhabenheiten der weichen Masse entstehen.

Es folgte nun in den nächsten Jahren eine Reihe geologischer Aufsätze über denselben Gegenstand, deren Gesammtresultate Schafhäutl in dem grösseren Werke: „Geognostische Untersuchungen des südlichen Alpengebirges" zusammengefasst hat. Er stellte als Hauptergebnisse seiner in dieser Schrift niedergelegten Forschungen die Sätze auf, dass die charakteristischen Petrefakten des Lias, sowie des oberen, mittleren und unteren Jura oft in ein und derselben Schicht sich vorfänden, dann dass die einzelnen Systeme der Schichtenreihen sich mehrmals wiederholten und endlich dass im bayerischen Gebirge die sogenannten Flyschgesteine da, wo die Schichten ungestört geblieben sind, immer auf die Grünsandsteinbildung folgen und sich an den Jura anschliessen, während die Grünsandsteinbildung sich an die Molasse anlehne. Ein Blick auf die zu S. 138 gehörige Uebersichtstabelle der sämmtlichen in den bayerischen Alpen unterschiedenen Schichtengruppen zeigt, dass hier das Verschiedenartigste in Folge irriger Artenbestimmung und zu weit gehender Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Gesteinsbeschaffenheit in eine Reihe zusammengeworfen und dann wieder unmittelbar Zusammengehöriges weit auseinander gerissen worden ist. Es blieb daher dieser Arbeit von Seiten der Wiener Geologen eine herbe Kritik nicht erspart.

Indessen setzte Schafhäutl seine Untersuchung der Alpen unentwegt und ohne auf die abweisende Kritik, die seine Arbeiten von allen Seiten erfuhren, zu achten weiter fort und sammelte ein sehr reiches Material, das er in einem grossartig angelegten Werke: „Südbayerns Lethaea geognostica" (1863) weiter verarbeitet zur allgemeinen Kenntniss brachte. Leider vermisst man auch in dieser Schrift eine kritische Bestimmung der Versteinerungen und eine vorurtheilsfreie Beurtheilung der Lagerungsverhältnisse. Schafhäutl behauptet darin unter Anderem: „Wir haben Nummuliten und Orbitoiden, Bimulticaveen, Inoceramen, Belemniten in gewaltigen grünen Schichtengebilden. Sie stehen mit jurassischen Mergeln, welche den Ammonites polygyratus enthalten, andererseits mit unseren Lias-Amaltheenmergeln durch das ganze Gebirge in so inniger Verbindung, dass eine geologische Grenze, ohne der Natur die Gewalt des Systemes anzulegen, nicht gezogen werden kann." Auf den gleichen Anschauungen beruht auch seine Zuweisung des weissen Zugspitzkalkes zum Jura, der allgemein als ein Triasglied angesehen wird. Schafhäutl's Standpunkt, den er hier wiederholt zu vertheidigen sucht, erweist sich so gänzlich verschieden von demjenigen, welchen die hervorragendsten Alpengeologen, namentlich der Wiener Schule, einnehmen, dass ein Vergleich der beiderseits erzielten Ergebnisse selbst nicht einmal annäherungsweise durchzuführen ist. Der grösste Theil von Schafhäutl's Mittheilungen — abgesehen von einzelnen Beschreibungen von Petrefakten — erweist sich desshalb geradezu als unbenützbar und für die Wissenschaft verloren.

Was Schafhäutl nach der Publikation dieses umfangreichen Werkes noch weiter auf dem Gebiete der Alpengeologie arbeitete, beschränkt sich auf einige Ergänzungen seiner früheren Beobachtungen, wobei er unveränderlich im Gegensatze zu der Ansicht der übrigen Geologen an seinen früheren Behauptungen festhielt.

Mit ausseralpinen geologischen Verhältnissen hat Schafhäutl sich nur sehr wenig befasst. Aus früherer Zeit (1849) stammt eine Abhandlung über die geologischen Verhältnisse des Rieskessels bei Nördlingen. Hier beschäftigte ihn hauptsächlich die Erforschung der Natur und der Entstehungsweise des sogenannten Trasses und der greraitischen Gesteine. Er leugnete die vulkanische Beschaffenheit des ersteren und leitete seinen Ursprung von einem wässerigen, gallertartigen Magma ab, das sich durch Austrocknung verfestigt habe, wobei das sich ausscheidende Wasser mit zur Entstehung eines Sees beigetragen hätte. Eine seiner letzten geologischen Arbeiten bezieht sich auf die Beschreibung einer neuen Art Koralle aus dem Kelheimer Marmorkalk.

Ueberblickt man die zahlreichen geologischen Arbeiten Schafhäutl's, so kann man sich eines Gefühls des Bedauerns nicht erwehren, dass ein so begabter und scharfsinniger Geist so völlig isolirte und für Andere ungangbare Wege wandelte, welche sonst zu für die Wissenschaft erspriesslichen Ergebnissen geführt hätten, so aber grossentheils verloren sind.

Durch die Berufsgeschäfte liess er sich jedoch nicht von der Beschäftigung mit der Musik abdrängen, ja er kehrte in seinem späteren Alter mit verstärkter Neigung zu dieser seiner Jugendliebe zurück. Zu den vorher genannten physikalisch-akustischen Arbeiten über das Wesen des Tons fügte er eine weitere experimentelle Untersuchung zur Beantwortung der Frage: „ist die Lehre vom Einfluss des Materials, aus dem das Blasinstrument verfertiget ist, auf den Ton desselben eine Fabel?" Er sprach den Satz aus, dass das Material, aus welchem das Instrument hergestellt ist, von Einfluss auf die Höhe des Tones ist, da aus verschiedenem Material hergestellte, im Uebrigen völlig gleiche Orgelpfeifen nicht den gleich hohen Ton gaben. Es ist nachträglich schwer zu entscheiden, was diesen seltsamen Erfolg bewirkte, jedoch muss bemerkt

werden, dass von Schafhäutl nicht scharf genug die Höhe und die Klangfarbe des Tons getrennt wird, ja nicht selten die beiden Dinge mit einander vermengt werden. Wenn es ihm daher auch nicht gelungen ist die Lehre von der Akustik umzugestalten und seinen Vorstellungen Eingang zu verschaffen, so lieferte er doch für die damalige Zeit ganz beachtenswerthe Beiträge zur Akustik, die dadurch von Bedeutung sind, dass sie von einem geschulten, mit dem feinsten musikalischen Gehör begabten Musiker herrühren, welcher eine Fülle von praktischen Erfahrungen und von Ideen besass. Darum sind auch seine Abhandlungen über die Theorie der Musik, über die Geschichte der Musik und einzelner Musiker, vor Allem aber die über den Bau der Orgel und der Flöte, welche eine Umwälzung in dem Bau der Blasinstrumente hervorbrachten, von weit grösserer Bedeutung. Es ist nicht meine Aufgabe, die Verdienste Schafhäutl's in dieser Richtung zu würdigen. Seine Berichte über die musikalischen Instrumente auf den Industrieausstellungen, bei welchen er als bayerischer Kommissär wirkte, namentlich über die der Londoner und Münchener Ausstellung, sind mustergiltig und sind maassgebend für alle derartigen Zusammenstellungen geworden.

Schafhäutl war trotz seiner ungewöhnlichen geistigen Eigenschaften ein höchst bescheidener Gelehrter, ohne Falsch, ein Biedermann im besten Sinne des Wortes, von stets heiterem Gemüthe. Er war, was ich zur Vervollständigung seiner Charakteristik anfüge, ein frommer gläubiger Christ, der seinem katholischen Glauben getreu anhieng, jedoch frei von jedem Zelotismus blieb.

Den Sitzungen der Akademie hatte er sich schon seit vielen Jahren entzogen, zum Theil in Folge der Abnahme seines Augenlichtes; er erhielt sich aber bis in die letzte Zeit seines langen Lebens geistig frisch. Wenige Tage vor seinem sanften Tode hatte die math.-physikal. Classe ihm eine Schrift über die Musik der Alten zugesandt, die er mit

eingehender Würdigung zurückschickte; es war als ob er der Akademie nochmals einen Gruss bieten wollte. Alle die ihn kannten, werden seiner in hoher Achtung und Liebe gedenken als eines höchst eigenartigen Gelehrten und zugleich braven Mannes.[1])

Paul Du Bois-Reymond.

Am 7. April 1889 ist das der Akademie von Otto Hesse vorgeschlagene correspondirende Mitglied unserer Classe, der ausgezeichnete Mathematiker Paul Du Bois-Reymond, auf einer Ferienreise in Freiburg i. Br. einem chronischen Nierenleiden erlegen.

Er war zu Berlin am 2. Dezember 1831 geboren als der Sohn des aus Neuenburg stammenden Felix Henri du Bois-Reymond, welcher sich als sozialpolitischer Schriftsteller, als Sprachforscher und Verwaltungsbeamter hervorgethan hatte; die Mutter gehörte der französischen Kolonie in Berlin an. Unter diesem Einflusse französischer Abstammung sowie französischer und deutscher Bildung entwickelten sich seine reichen Anlagen auf das Erfreulichste; er hatte mit seinem älteren Bruder Emil, dem berühmten Physiologen, manche Eigenschaften des Geistes gemeinsam, namentlich das Talent für Mathematik und Physik, die scharfe Beobachtungsgabe, aber auch die Gewandheit der Rede und die Formvollendung in der Darstellung der Gedanken.

Die Gymnasialbildung empfing er zuerst auf dem französischen Gymnasium zu Berlin, dann in dem College zu Neufchatel, woselbst der Vater dem damaligen k. preussischen Statthalter General v. Pfuel beigegeben war, und nachher auf dem Gymnasium zu Naumburg.

1) Die Angaben über die wissenschaftliche Thätigkeit Schafhäutl's auf geologischem Gebiete verdanke ich der Güte des Herrn von Gümbel.

Das akademische Studium begann er im Jahre 1853 an der Universität Zürich und zwar wie sein Bruder als Mediziner. Er schloss sich dorten besonders an den spätern Physiologen Adolf Fick an, der mit ihm die Neigung zur Mathematik und Physik theilte. Die beiden jungen Freunde beschäftigten sich mit Untersuchungen über den blinden Fleck im Auge und veröffentlichten über die davon abhängigen Erscheinungen zwei Abhandlungen; ausserdem hat Du Bois noch zwei Aufsätze „zur Kritik der Blutanalyse“ geschrieben.

Aber die Medizin befriedigte ihn nicht, und immer mehr trat seine Vorliebe und besondere Begabung für die Mathematik hervor. Er zog daher, um sich ganz der Mathematik und mathematischen Physik zu widmen, nach Königsberg zu dem genialen Franz Neumann, der eine so grosse Anzahl ausgezeichneter Schüler in der mathematischen Physik ausgebildet hat, und zu dem Mathematiker Richelot. Durch des Ersteren Einfluss wurde sein Interesse für die mathematische Physik geweckt, woraus eine Reihe physikalischer Arbeiten hervorging, wie die über die Erscheinungen der Capillarität und seine Inaugural-Dissertation „de aequilibrio fluidorum,“ mit der er in Berlin im Jahre 1859 den Doctorgrad erlangte. Darauf wirkte er während einiger Jahre als Oberlehrer der Mathematik und Physik am Friedrichs-Werderschen Gymnasium in Berlin, siedelte aber dann (1865) nach Heidelberg über, um die akademische Laufbahn einzuschlagen; es war dies die glänzende Zeit für die allberühmte Universität, in welcher Naturforscher wie Bunsen, Kirchhoff, Helmholtz und Hesse an ihr lehrten und wissenschaftlich thätig waren. Er blieb daselbst Privatdozent bis zum Jahre 1868, wo er nach Hesse's Uebersiedlung an die hiesige technische Hochschule zum ausserordentlichen Professor befördert wurde. Im Jahre 1870 erhielt er einen ehrenvollen Ruf als ordentlicher Professor an die Universität Freiburg, dann im Jahre 1874 nach

Tübingen, von wo er (1884) als Professor der Mathematik an die technische Hochschule zu Berlin kam.

Die wissenschaftliche Thätigkeit Du Bois Reymond's war eine sehr bedeutende und er trug durch dieselbe in mehrfacher Richtung zur Entwicklung der Mathematik bei. Noch als Lehrer am Gymnasium in Berlin veröffentlichte er seine erste rein mathematische Arbeit: „Beiträge zur Integration der partiellen Differentialgleichungen mit 3 Variablen", in der er vorzüglich den Inhalt und die Bedeutung einer partiellen Differentialgleichung und ihrer Integrale geometrisch anschaulich synthetisch entwickelte, und durch die er sich alsbald als ein selbständiger, tief denkender Mathematiker einführte.

In Heidelberg blieb er noch eine Zeit lang auf diesem fruchtbaren Gebiete, gieng aber dann zu den Fourier'schen Reihen und Integralen und zu den von ihm sogenannten Darstellungsformeln über, welche ein bedeutsames Hilfsmittel bei der Integration der partiellen Differentialgleichungen bilden. Es handelte sich bei diesen ihn längere Zeit fesselnden Untersuchungen um die für die Mathematik wichtige Frage, ob die Fourier'schen Entwicklungen auch auf Funktionen mit unendlich vielen Maximis und Minimis sowie auf alle stetigen Funktionen anwendbar seien, was Du Bois wider sein Erwarten dahin entschied, dass dies nicht der Fall ist und dass die Anwendbarkeit solcher Darstellungsformeln nicht unbeschränkt ist. Er hat alle diese Verhältnisse im Zusammenhange in einer Abhandlung niedergelegt, welche im Jahre 1876 in den Denkschriften unserer Akademie, der er vier werthvolle Zusendungen gemacht hat, erschienen ist; er führte darin den für die Untersuchung bestimmter Integrale so wichtigen sogenannten Mittelwerthsatz, welcher Satz auch seinen Namen trägt, ein.

In Folge dieser Arbeiten kam er zu den Problemen der reellen Funktionentheorie, wobei er die Existenz der Differ-

entiirbarkeit und der Möglichkeit stetiger Funktionen ohne Differentialquotienten bewies.

Von allgemeiner Bedeutung war sein Werk: der erste Theil der allgemeinen Funktionentheorie, die Metaphysik und Theorie der mathematischen Grundbegriffe: Grösse, Grenze, Argument und Funktion.

Erst in den letzten Jahren seines Lebens sagte er sich von dieser Richtung der Mathematik los und kehrte wieder zu den Differentialgleichungen zurück, mit denen er bis an sein Lebensende rastlos beschäftigt war.

Für die Wissenschaft begeistert, galt sein unablässiges Bestreben der Erweiterung der Erkenntniss. Man wird in den Fachkreisen noch lange dieses eigenartigen und bedeutenden Gelehrten in Dankbarkeit gedenken.[1]) —

Michel Eugène Chevreul.

Am 9. April 1889 ist der Nestor der Chemiker, Michel Eugène Chevreul, zu Paris in seiner Amtswohnung im Jardin des Plantes, die er seit dem Jahre 1810 inne hatte, gestorben.

Wenn wir hören, dass Chevreul im 103. Lebensjahre nach nur mehrtägiger Schwäche aus dem Leben geschieden ist, so denken wir nicht nur an die Wunderbarkeit eines so hohen Alters, sondern noch mehr daran, dass die Entdeckung von der Zusammensetzung des Fettes, eine der ersten und bedeutungsvollsten in der Geschichte der organischen Chemie, welche wir in eine ferne Vergangenheit zu verlegen geneigt sind, von einem Manne gemacht worden ist, der noch vor Kurzem unter den Lebenden weilte, und dass die organische Chemie im Laufe eines Menschenlebens so

1) Mit Benützung der Nekrologe von H. Weber in Marburg (in den mathemat. Annalen Bd. 35) und von L. Kronecker (im Journal f. d. reine und angewandte Mathematik Bd. 104).

gewaltige Fortschritte habe machen können. Wohin wird ihre Fortentwicklung, so denken wir uns unwillkührlich, in den nächsten hundert Jahren führen.

Mit welchem Interesse mag der bis in die letzten Jahre geistesfrische Mann die Entfaltung seiner Saat durch die Thaten von Dumas, Liebig, Wöhler und Wurtz, die wir schon längst begraben, und dann die neueste Richtung der Chemie durch Kekulé und Andere verfolgt haben; wie sehr hat sich seit seinen ersten Arbeiten seine Einsicht in die Struktur der organischen Verbindungen erweitert.

In Angers am 31. August 1786 als der Sohn eines Arztes geboren, erhielt er seinen ersten Unterricht in der Kreisschule seiner Vaterstadt. Im Alter von 17 Jahren kam er nach Paris kurz vor der Zeit, in der der Consul Napoleon die Kaiserwürde annahm. Der für die Naturwissenschaft begeisterte Jüngling fand daselbst die hervorragendsten Lehrer; denn nie hat es wohl in der Hauptstadt Frankreichs eine glänzendere Vereinigung von Forschern gegeben als gerade damals, nachdem die Revolution das Land wie einen Acker umgewühlt und für eine neue geistige Saat vorbereitet hatte. Da wirkten Fourcroy und Vauquelin, Gay-Lussac und Thenard, Laplace, Arago, Biot, Ampère, Poisson, Geoffroy St. Hilaire, Hauy, Cuvier.

Bald wandte sich Chevreul ganz der Chemie zu. Vauquelin hatte ihn (1809), seine Bedeutung erkennend, in das von ihm und seinem Lehrer Fourcroy gegründete Laboratorium aufgenommen, in welchem die zu chemischen Untersuchungen nöthigen Präparate und Apparate hergestellt wurden, wie es damals bei dem Mangel an chemischen Fabriken und Utensilienhandlungen geschehen musste. Chevreul zeigte sich dabei so anstellig, dass Vauquelin ihn (1810) zum Präparator für seine Vorlesungen am naturhistorischen Museum und zum Assistenten bei seinen wissenschaftlichen Ar-

beiten machte. 1813 wurde er zum Professor der Physik und Chemie am Lycée Charlemagne, 1829 nach Vauquelin's Tod an dessen Stelle zum Professor der Chemie am naturhistorischen Museum, später noch zum Direktor der Färbereien und zum Professor der auf Färberei angewandten Chemie bei der kgl. Gobelins-Manufaktur angestellt; seit 1826 war er Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften.

Seine wissenschaftlichen Arbeiten begannen im Jahre 1807 mit der Abhandlung über die Einwirkung der Salpetersäure auf die Korksubstanz, welcher bald darauf seine Abhandlungen über den Indigo, über das Brasil- und das Campecheholz und über den Harn des Kameels und des Pferdes folgten.

Besonderes Interesse haben seine Untersuchungen über den Indigo; bei der Färbung mit dem Indigoblau wurde durch das Küpenverfahren Indigoweiss erzeugt, wobei man früher eine Abgabe von Sauerstoff stattfinden liess, während Chevreul eine Aufnahme von Wasser darthat.

Man muss sich den Stand der Chemie in der damaligen Zeit vergegenwärtigen, um die Bedeutung Chevreul's richtig zu würdigen. Es war bei seinem Eintritte in die Wissenschaft die Constitution der anorganischen Verbindungen bis zu einem gewissen Grade aufgeklärt, aber von den organischen Stoffen, welche man damals ausschliesslich in den organisirten Gebilden, den Thieren und Pflanzen, vorkommen und entstehen liess, kannte man seit Kurzem nur die Elementarzusammensetzung und man wusste noch nichts darüber, dass sie wie die anorganischen Verbindungen aus einfacheren Componenten bestehen. An der Ausbildung der Elementaranalyse, diesem wichtigsten Hilfsmittel zur Erkenntniss der Zusammensetzung der organischen Stoffe, hat sich Chevreul noch betheiliget; er führte mit Gay-Lussac zur Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der letzteren das Kupferoxyd ein, welches heut' zu Tage noch allgemein in Anwendung ist. Chevreul suchte, nachdem Berzelius in dieser Richtung

mit den organischen Säuren den Anfang gemacht hatte, die organischen Verbindungen durch die kräftigeren unorganischen in einfachere zu zersetzen und Verbindungen der letzteren mit Produkten der ersteren herzustellen, welche er dann auf die Quantität der organischen und anorganischen Substanz untersuchte und der Elementaranalyse unterwarf.

Diese Methode wendete Chevreul vor Allem bei den Fetten an, deren Untersuchung er viele Jahre mit grösster Ausdauer und grösstem Scharfblicke widmete, ihn aber auch zu den bedeutendsten Resultaten führte.

Man war früher der Meinung, die durch Kochen der Fette mit Alkalilaugen hergestellten Seifen wären Verbindungen der Fette mit dem Alkali, obwohl schon längst Geoffroy angegeben hatte, dass das durch eine Säure aus der Seife Abgeschiedene ganz verschieden von dem angewandten Fette sei.

Bei seinen ersten Untersuchungen über die Fette im Jahre 1811 ergab sich, dass in der Seife das Alkali mit einer in dem Fette enthaltenen organischen Säure verbunden sei, welche sich durch eine Mineralsäure aus der Alkalilösung ausfällen lasse. Später (1813) erkannte er, dass aus dem Schweinefett und anderen Fetten nicht nur eine organische Säure, sondern zwei gewonnen werden können, eine feste von Perlmutterglanz, welche er „Margarin" nannte und eine flüssige, welche man Oelsäure heisst.

Ausser diesen beiden Säuren fand er dann nach der Behandlung des Fettes mit Alkali noch eine weitere flüssige Substanz, welche schon 25 Jahre vorher Scheele durch Einwirkung von Bleioxyd auf Fette gewonnen und wegen ihres süssen Geschmackes Oelsüss genannt hatte. Chevreul stellte diese eigenthümliche Substanz (das Glyzerin) rein dar und untersuchte sie näher auf ihre Zusammensetzung und ihre Eigenschaften.

Es ergab sich weiterhin, dass die drei aus dem Fette dargestellten Substanzen ausschliesslich das Fett bilden; und

da es ihm gelungen war, salzartige Verbindungen jener beiden organischen Säuren, der Fettsäuren, hersustellen und sie aus einem Salze in ein anderes überzuführen, so bezeichnete er das Fett als eine Verbindung der Fettsäuren mit dem Glyzerin, womit die Constitution der Fette aufgedeckt war. Da er in der Folge aus den festen Fetten mehr Margarinsäure und aus den flüssigen Fetten mehr Oelsäure bekam, so musste er die natürlich vorkommenden Fette als Gemische verschiedener Mengen von ölsaurem Glyzerin oder Olein und von margarinsaurem Glyzerin oder Stearin ansehen. Die von ihm früher als „Margarin“ bezeichnete festere Fettsäure erwies sich als ein Gemische zweier fester Säuren, einer mit höherem Schmelzpunkte, die er Stearinsäure nannte, und einer mit niedererem Schmelzpunkte, die man jetzt als Palmitinsäure bezeichnet. Dabei erfand und benützte er die zur Reindarstellung der Fettsäuren und anderer Stoffe aus Gemengen so wichtig gewordene fraktionirte Fällung.

Er zeigte, dass nicht in allen Fetten die Fettsäuren mit Glyzerin verbunden sind, denn bei der Untersuchung des merkwürdigen in der Schädelhöhle der Wale vorkommenden Walrathes oder Spermaceti erhielt er statt des Glyzerins das feste Aethal oder den Cetylalkohol. Auch fanden sich in anderen Fetten ausser den genannten drei Fettsäuren noch weitere in Verbindung mit Glyzerin vor z. B. in der Kuhbutter die Buttersäure, in der Ziegenbutter die Capron- und Caprinsäure. Diese Entdeckung führte ihn zu der Erkenntniss des Zusammenhangs jener drei höheren Fettsäuren mit den flüchtigen, jetzt sogenannten niederen Fettsäuren von geringerem Kohlenstoffgehalte, der Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure etc. etc. und zu der Erkenntniss, dass hier eine Reihe von Verbindungen mit immer höherem Kohlenstoffgehalte, von der Ameisensäure an mit 1 Atom Kohlenstoff bis zur Stearinsäure mit 18 Atomen Kohlenstoff, vorliege und dass die damals noch fehlenden

Glieder der Reihe existirten und aufgefunden werden würden, wie es in der That der Fall war.

Man ersieht aus diesen Aufzählungen, wie Chevreul in consequenter Weise Schritt vor Schritt vorging und wie wir ihm fast Alles, was wir über die Zusammensetzung der Fette wissen, verdanken. Es war damit nicht nur ein tiefer Einblick in die Constitution der organischen Verbindungen gewonnen, ihre Zusammensetzung aus Componenten wie die der unorganischen dargethan, sondern auch zum ersten Male in den Thieren und Pflanzen die gleichen Stoffe nachgewiesen worden. Man weiss, bei dem Durchlesen der Arbeiten Chevreul's über die Fette, nicht, was man mehr bewundern soll, seine Ausdauer oder seinen Scharfsinn, womit er bei den damaligen spärlichen Kenntnissen und Methoden alle diese Stoffe zu isoliren und zu erkennen vermochte.

Selten hat sich an Ergebnisse der Wissenschaft unmittelbar eine so reiche Ernte durch Anwendung derselben im Leben angeschlossen wie in diesem Falle, denn erst seit den Entdeckungen Chevreul's und der genauen Kenntniss der Vorgänge bei der Verseifung und der Zusammensetzung der Seife und der Fettsäuren sowie des Glyzerins datirt eine eigentliche Industrie und Technik dieser Produkte. Der Gebrauch der Seife erfuhr von da an eine ungeahnte Ausdehnung; Chevreul erkannte alsbald mit Gay-Lussac die Bedeutung der festen Stearinsäure als Beleuchtungsmaterial und es entwickelte sich rasch die Industrie der Herstellung der sogenannten Stearinkerzen mit ihrem hellen Lichte und allen den übrigen Vorzügen vor den bis dahin benützten Talgkerzen; und auch das Glyzerin wird jetzt in ungeheuren Quantitäten dargestellt und zu Arzneizwecken sowie zur Bereitung von Sprengstoffen u. s. w. verwendet.

Mit diesen grossartigen Erfolgen ist jedoch die Bedeutung Chevreul's für die Wissenschaft noch nicht abgeschlossen. Zu seinen ersten Arbeiten über die Farbstoffe, den Indigo

und das Brasil- und Campecheholz, fügte er später noch weitere über das Gelbholz, die Quercitronrinde, den Sumach, den Orleansfarbstoff und die damit nahe verwandten Gerbstoffe, besonders die Gallussäure, hinzu.

In Folge dieser Arbeiten über die Farbsstoffe hielt man (1824) Chevreul für den geeignetsten Mann, die auf Färberei angewandte Chemie an der kgl. Manufaktur der Gobelins zu vertreten, wo er als Direktor und Professor der Farbenchemie ganz hervorragendes leistete. Dieses sein Amt veranlasste ihn nämlich, nicht nur das Verfahren bei der Färberei näher zu studiren, was zu seinen berühmten Untersuchungen über Farben und Färben führte, womit er der Technik grosse Dienste leistete, sondern auch den Farben der Zeuge in Beziehung ihres harmonischen Zusammenstimmens seine volle Aufmerksamkeit zu schenken, wodurch er zu seinen physiologischen Untersuchungen über die Farben kam und die Herstellung coloristisch geschmackvoller Gobelins sehr förderte.

Ausser seinen ersten Untersuchungen über den Kameel- und Pferdeharn führte er noch eine Reihe von Arbeiten auf dem Gebiete der physiologischen Chemie aus, vorzüglich veranlasst durch seine Beschäftigung mit den verschiedenen pflanzlichen und thierischen Fetten. Er zog aus dem Blutfaserstoff mit Aether gegen 4% einer fettigen Materie ähnlich der im Gehirn enthaltenen aus und wies nach, dass diese nicht aus dem Faserstoff durch die Behandlung entstanden, sondern ursprünglich schon in ihm enthalten ist; ebenso widerlegte er die Meinung, dass man aus Muskelfleisch durch Behandlung mit Salpetersäure Fett erhalten könne. Er entdeckte ferner das Cholestearin, welches Gmelin zuerst in gewissen Gallensteinen aufgefunden hatte, auch gelöst in der frischen Galle des Menschen. Das eigenthümliche Leichenwachs, Adipocire, welches unter bestimmten Bedingungen bei der Verwesung sich bildet, erkannte er als Kalk- und Ammoniakseife. Er untersuchte mit Magendie die Zusammen-

setzung der Gase, welche bei einem Enthaupteten im Magen, Dünn- und Dickdarm angesammelt waren. Er beschrieb zuerst einen stickstoffhaltigen krystallinischen Stoff, das Kreatin, das er aus den Bouillentafeln der holländischen Compagnie isolirt hatte; lange Zeit konnte dasselbe nicht wieder nachgewiesen werden, bis Schlossberger es im Muskel eines Alligators, Heintz im Rindfleisch und endlich Liebig als constanten Bestandtheil des Fleisches auffand.

Von grossem Interesse ist eine Abhandlung über einige auf die Geschmackssinnesorgane einwirkenden Substanzen, worin er zum ersten Male erkannte, dass viele angebliche Geschmacksempfindungen nicht reine Geschmacksempfindungen sind, sondern durch Einwirkungen auf andere Sinnesorgane, auf die Gefühlssinnesorgane in der Mundhöhle und die Geruchssinnesorgane, hervorgerufen werden, und auch darthat, auf welche Weise man die letzteren Empfindungen von dem Geschmack trennen kann.

Seine Arbeiten über die Farbenempfindungen, auf welche er, wie gesagt, durch seine Stellung an der Gobelinmanufaktur gelenkt worden war, sind mannigfaltiger Natur. Er prüfte den Einfluss, welchen zwei Farben bei ihrer Vermischung ausüben; ebenso die Farben, welche mittelst des Farbenkreisels entstehen, wovon er dann im Kunstgewerbe Anwendung machte; er lehrte eine systematische Bestimmung und Benennung der Farben, und schrieb über die Theorie der optischen Wirkung der Seidenstoffe. Man weiss, dass nach einander gesehene Farben sich gegenseitig verändern; aber auch verschiedene gleichzeitig im Gesichtsfelde neben einander erscheinende Helligkeiten und Farben üben einen bestimmenden Einfluss auf einander aus, so zwar, dass zumeist der neben einem helleren Theil liegende Theil des Gesichtsfeldes dunkler erscheint und sich seine Farbe, neben einer anderen Farbe gesehen, der Complementärfarbe der letzteren annähert. Chevreul unterschied zuerst die letztere Er-

scheinung als gleichzeitigen oder simultanen Contrast von dem successiven Contrast bei nach einander gesehenen Farben und berichtete eingehend über seine in dieser Hinsicht gemachten Versuche, besonders über die Veränderungen der einzelnen Farben bei ihrer Zusammenstellung mit anderen. Er fand dabei, dass die Contrastwirkung um so grösser ist, je näher das induzirte Feld dem reagirenden im Gesichtsfelde liegt d. h. je schneller der Blick das erstere Feld trifft; er nahm zu dem Zweck zwei gelbe und zwei rothe Streifen und ordnete dieselben so, dass zuerst die beiden gelben und dann die beiden rothen kamen, wornach er nur an den zwei in der Mitte liegenden Streifen die Contrastwirkung wahrnahm.

Er hat sich auch mit Forschungen über die Natur verschiedener Mineralien und Salze beschäftiget. Für Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege zeigte er wie schon Lavoisier grosses Interesse. Die Geschichte der Chemie verdankt ihm manche werthvolle Bereicherung und noch in späteren Lebensjahren theilte er Beobachtungen über die Erscheinungen des Alters mit.

Chevreul war bis in sein höchstes Alter noch körperlich und geistig frisch und thätig in seinem Amte am naturhistorischen Museum und in der Akademie der Wissenschaften. Während der Belagerung von Paris im Jahre 1870—1871 betheiligte er sich lebhaft an den denkwürdigen Diskussionen und Bestrebungen der ersten wissenschaftlichen Gesellschaft Frankreichs über die Verproviantirung und Ernährung der eingeschlossenen Hauptstadt.

Seine Lebensweise war die einfachste und es ist wahrscheinlich, dass seine Enthaltsamkeit ihn so lange gesund erhielt; er trank nur Wasser und nie alkoholische Getränke, welche ihm Ueblichkeiten machten, auch hat er nie Tabak geraucht.

Die Stadt Paris und Frankreich wussten, welchen Dank sie dem grossen Gelehrten schuldeten, man erwies ihm

während des Lebens die höchsten Ehren und ordnete dem Todten das Leichenbegängniss auf Staatskosten an.[1])

Johann Jakob von Tschudi.

Am 8. Oktober 1889 ist Dr. Johann Jakob von Tschudi, der seit dem Jahre 1849 unserer Akademie als correspondirendes Mitglied angehörte, auf seinem Gute Jakobshof bei Lichtenegg in Niederösterreich im Alter von 71 Jahren gestorben. Er hat sich durch eine Anzahl naturwissenschaftlicher, besonders geologischer Arbeiten, dann auch durch ethnographische und linguistische Forschungen, wozu er das Material grösstentheils auf seinen Reisen in Südamerika erworben hatte, um die Wissenschaft verdient gemacht.

Tschudi war am 25. Juli 1818 zu Glarus geboren und entstammte einem altberühmten Schweizer-Geschlechte, aus dem schon mehrere angesehene Gelehrte, aber auch einflussreiche Staatsmänner, Militärs und Priester katholischer und evangelischer Confession hervorgegangen sind.

Es zeigte sich bei ihm früh die Neigung und das Talent für die beschreibenden Naturwissenschaften, mit denen er sich zunächst an den einheimischen Hochschulen zu Zürich und Neufchâtel, dann zu Würzburg, Berlin, Leyden und Paris gründlich beschäftigte und bekannt machte. Schon in den Jahren 1836 bis 1838, also in einem Alter von 18 bis 20 Jahren, veröffentlichte er mehrere zoologische Abhandlungen: über ein neues Subgenus von Lacerta, über ein neues Genus von Wasserschlangen, eine Monographie der schweizerischen Echsen, Beobachtungen über Alytes obstetricans und seine Classifikation der Batrachier mit Berücksichtigung der fossilen Thiere dieser Abtheilung der Reptilien, welche Arbeiten eine genaue Sachkenntniss und eine gute Beobachtungsgabe zeigen.

1) Mit Benützung der Nekrologe von B. Lepsius, Beilage zur Allg. Zeitung 1889 Nro. 114; und von A. W. Hofmann, Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1889 Nro. 8.

Es ist bei diesen Anlagen nicht zu verwundern, dass es Tschudi in ferne Länder zog, um auch andere Formen der Thiere kennen zu lernen. Er beabsichtigte ursprünglich eine grössere Reise um die Welt zu machen, er kam aber, da das französische Schiff, auf dem er sich befand, an die Regierung von Peru verkauft worden war, nur nach dem Staate Peru. Er verweilte daselbst fünf Jahre, von 1838 bis 1843 und untersuchte als einer der Ersten das Land in naturwissenschaftlicher und ethnographischer Richtung mit dem grössten Eifer und mit namhaftem Erfolge. Es gelang ihm reichhaltige Sammlungen, namentlich zoologische, zusammenzubringen. Nach seiner Rückkehr in die Heimath bearbeitete er die gesammelten Schätze und gemachten Beobachtungen und berichtete darüber in zwei grösseren Werken, in den Peruanischen Reiseskizzen (1846. 2 Bände) und in den Untersuchungen über die Fauna Peruana (1844—1846). Durch das letztere Werk hat er sich um die Kenntniss der Verbreitung der Thiere auf der Erde erhebliche Verdienste erworben und sich bei den Zoologen einen geachteten Namen gemacht. Ausserdem brachte er in Zeitschriften ethnographische Mittheilungen über die Ureinwohner von Peru und in Gemeinschaft mit Don Mariano de Rivero (1851) seine Untersuchungen über das alte Inkareich: Antigüedades Peruanas.

Im Jahre 1857 machte er eine zweite Reise und zwar nach Brasilien, den La Plata Staaten, Chile, Bolivien und Peru, welche zwei Jahre in Anspruch nahm. Die Resultate derselben beschrieb er in seinem Berichte über die Reise durch die Andes von Südamerika von Cordova nach Cobija im Jahre 1858.

Von 1860 bis 1862 brachte er, von der Schweizer Regierung als Gesandter beordert, abermals in Brasilien zu, wo er die Einwanderungsverhältnisse in den mittleren und südlichen Provinzen des ausgedehnten Reiches untersuchen

und einen Handelsvertrag abschliessen sollte. Dieser zweite Aufenthalt in Brasilien reifte sein Werk: „Reisen durch Südamerika (1866—1869, in 5 Bänden), welches wichtige Aufschlüsse über den genannten Theil der Erde brachte.

1866 wurde er zum Gesandten der schweizerischen Eidgenossenschaft in Wien ernannt; er blieb 16 Jahre lang in dieser Stellung und zog sich dann (1882) nach der auf seine Bitte erfolgten Enthebung von diesem Amte auf sein Gut Jakobshof zurück. Auch während seines Aufenthaltes in Wien, wo er der k. k. Akademie der Wissenschaften als correspondirendes Mitglied angehörte, war er neben seiner diplomatischen Beschäftigung auch fortgesetzt wissenschaftlich thätig.

Von naturwissenschaftlichen Arbeiten sind, ausser den angegebenen, noch zu nennen: vergleichend-anatomische Beobachtungen (1843), Diagnosen neuer peruanischer Vögel (1843), die Kokkelskörner und das Pikrotoxin (1847), über den Dopplerit, über einige elektrische Erscheinungen der Cordilleras der Westküste Südamerikas, Mittheilungen über einen Fisch aus dem Rio Itajahy in Brasilien, Berichte über die Erdbeben und Meeresbewegungen an der Westküste Südamerikas. Auch über die Krankheiten in Peru berichtete er in zwei Abhandlungen über die geographische Verbreitung der Krankheiten in Peru und über die Verugas, eine in Peru epidemische Krankheit. Von besonderem Interesse sind endlich seine Sprachstudien, welche er in 3 Werken unter dem Titel: die Kechua-Sprache (1853 in 2 Bänden), Ollanta ein altperuanisches Drama aus der Kechua-Sprache (1875) und über die Sprachen Amerikas niederlegte.

Aus dem Mitgetheilten ist wohl ersichtlich, dass Tschudi ein sehr arbeitsamer Gelehrter war, der sein Leben in nützlicher Weise für die Wissenschaft verbracht hat.

Friedrich August von Quenstedt.

In Tübingen ist am 21. Dezember 1889 der berühmte Mineraloge, Geologe und Paläontologe, Friedrich August von Quenstedt, in Folge wiederholter Schlaganfälle im 81. Lebensjahre gestorben. Er hat mit grossem Scharfblicke und ungewöhnlicher Beobachtungsgabe die geologischen Verhältnisse des schwäbischen Jura sowie die darin vorkommenden Thier- und Pflanzenreste untersucht, und dabei auch gezeigt, dass die strenge Wissenschaft, in richtiger Weise behandelt, die weitesten Kreise, bis zum schlichten Bauern herab, zu fesseln vermag; denn nirgends ist die Kenntniss der Versteinerungen mehr als in Schwaben verbreitet, dadurch dass Quenstedt bei seinen Wanderungen das Volk für die Schätze im vaterländischen Boden zu interessiren und zum eifrigen Sammeln anzuleiten wusste. So ist im ganzen Württemberger Lande die Paläontologie populär geworden, zugleich aber auch ihr begeisterter Vertreter.

Quenstedt wurde geboren am 9. Juli 1809 zu Eisleben als der Sohn eines mittellosen Soldaten. Nach dem frühen Tode des Vaters nahm den begabten Knaben ein Bruder seiner Mutter, welcher Schullehrer in Meisdorf, in der Provinz Sachsen, war, bei sich auf und gab ihm Unterricht im Lateinischen und in der Musik, so dass sein Schüler das Absolutorium des Gymnasiums erhielt. Der junge Student begab sich an die Universität Berlin; da er aber ohne Mittel war, musste er sich diese letzteren durch Ertheilen von Unterricht in der Musik und durch Vorlesen erwerben, was ihn frühe zu Fleiss und Energie führte: von dieser Zeit an behielt er auch sein ganzes Leben lang eine einfache Lebensweise bei.

Der Oheim wünschte aus ihm einen Theologen zu machen, Quenstedt fühlte jedoch dazu wenig Neigung, vielmehr hörte er mit Vorliebe philosophische und naturwissenschaftlichen Vorlesungen. Am meisten fesselte ihn der Mineraloge Christian Samuel Weiss und namentlich erregte die Krystallographie sein lebhaftestes Interesse. Nachdem er in Anerkennung seines Talentes Assistent am mineralogischen Museum zu Berlin geworden war, erwarb er sich (1836) den Doktorgrad der Philosophie mit einer Inauguraldissertation: „*de notis nautilearum primariis*“ und habilitirte sich zugleich als Privatdozent für Mineralogie an der Berliner Universität.

Als die durch Schübler's Tod frei gewordene Stelle an der Universität Tübingen wieder zu besetzen war, lenkte sich die Aufmerksamkeit auf den viel versprechenden jungen Gelehrten; er erhielt auch 1837 den Ruf an die schwäbische Hochschule, zunächst als ausserordentlicher Professor der Mineralogie, Geologie und Paläontologie; im Jahre 1842 wurde er zum ordentlichen Professor für die genannten Fächer befördert.

Quenstedt hatte diesen Ruf um so freudiger angenommen, als er schon in Berlin beim Ordnen der Schlotheim'schen Sammlung die Mineralien und Petrefakten des schwäbischen Jura kennen gelernt hatte und sehr wünschte, dieselben an Ort und Stelle näher untersuchen zu können. Er wanderte zu Fuss, Mineralien suchend, nach seiner neuen Heimath, in der er 53 Jahre lang auf das Segensreichste wirken sollte.

Er begann alsbald das schwäbische Land allein oder mit seinen für ihn begeisterten Schülern zu durchziehen und zu studiren, welche Exkursionen sich in den grossen Ferien auch nach Südfrankreich, Oberitalien und in die Savoyer Berge erstreckten.

Das Hauptverdienst Quenstedt's liegt in der geologischen und paläontologischen Erforschung des schwäbischen Jura. Die Frucht seiner Thätigkeit auf geologischem Gebiete waren die beiden Werke: „die Flötzgebirge Württembergs 1843“ und der „Jura 1857“, welche von grosser Bedeutung für die Gelogie waren; er gliederte darin das schwäbische Stufenland zuerst in Terrassen, in den schwarzen, braunen und weissen Jura. Den grössten Theil seines Lebens aber verwendete er auf das Studium der Petrefakten Deutschlands. Gleich nach seiner Ankunft in Tübingen machte er sich mit ganzer Kraft an die Sichtung der Versteinerungen, welche in den Privatsammlungen des Landes aufgehäuft waren. Bald jedoch füllten sich durch seine Bemühungen die Staatsmuseen in Tübingen und Stuttgart mit reichem Material, den Originalen für seine Werke. Er stellte zunächst die wichtigsten Fossile, die er Leitmuscheln hiess, fest und ermittelte die Schichten, in denen sie vorkommen; dadurch kam er als Erster dazu, das Hauptgewicht bei Feststellung der Arten auf das geologische Alter, den geologischen Horizont, zu legen. Für Bestimmung der Arten hielt er den Namen einer guten Spezies, das Beständige, als einen Typus fest, und bezeichnete das Abweichende und Veränderliche der Form durch Beifügung eines zweiten, zumeist der Schicht entnommenen Namens.

So entstand im Jahre 1852 das wichtige Handbuch der Petrefaktenkunde, von dem 1866 eine zweite und 1885 eine dritte Auflage erschien. Im Jahre 1846 begann er sein gross angelegtes Hauptwerk „die Petrefaktenkunde Deutschlands“ in 8 Bänden mit unzähligen Abbildungen von ihm genau beobachteter Versteinerungen; den ersten Band (1849) bildeten die Cephalopoden, den zweiten (1870) die Brachiopoden, den dritten (1873) die Echiniden, den vierten (1876) die Echinodermen, den fünften (1878) die Schwämme, den

sechsten (1881) die Korallen und den achten (1884) die Gasteropoden.

Ausserdem schrieb er über Lepidotos im Lias E Württembergs (1847) und über Pterodactylus suevicus im lithographischen Schiefer Württembergs (1854).

Das letzte Werk des unermüdlichen Forschers „die Ammoniten des schwäbischen Jura“ kam in den Jahren 1882—1889 heraus.

In der ersten Zeit seiner wissenschaftlichen Thätigkeit hat er sich auch mit der Mineralogie, namentlich mit krystallographischen Untersuchungen abgegeben und auch hier Bedeutendes geleistet. Er führte die sogenannte Linearprojektion zur Uebersicht krystallographischer Zonenverhältnisse ein, die er in der „Darstellung und Entwicklung der Krystallverhältnisse mittelst einer Projektionsmethode (1835)“ und in der „Entwicklung und Berechnung des Datolith's nach dieser Methode“ beschrieb. Auch veröffentlichte er ein „Handbuch der Mineralogie“ (1854; in dritter Auflage 1877), seine „Methode der Krystallographie (1840)“, die Beiträge zur rechnenden Krystallographie (1848)“, und den „Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie (1873)“.

Er hat es nicht verschmäht in populären Vorträgen weiteren Kreisen seine Wissenschaft zugänglich zu machen und für letztere zu wirken. Dieselben: Sonst und Jetzt (1856), die geologischen Ausflüge in Schwaben (1864) und Klar und Wahr (1872), sie sind Muster allgemeinverständlicher Darstellung.

Auf diese Weise ward Quenstedt der erste und fruchtbarste der deutschen Geologen und Paläontologen. Viele Schüler, unter denen auch unser zu früh verstorbener unvergesslicher Oppel war, danken dem anziehenden und eigenartigen Lehrer Anregung und Belehrung zu wissen-

schaftlicher Arbeit; die Wissenschaft verdankt ihm eine Fülle von Thatsachen, welche noch lange ihre Früchte tragen werden und auf denen zum guten Theil die heutige Geognosie und Paläontologie aufgebaut ist.[1])

1) Mit Benützung der Nekrologe von Oskar Fraas (neues Jahrbuch für Mineralogie. Geologie und Paläontologie, 1890 Bd. 1 Heft 2 S. 1—7) und Dr. Eberhard Fraas (Münchener Neueste Nachrichten, Samstag den 28. Dezember 1889).

Sitzung vom 3. Mai 1890.

Herr L. Sohncke legte eine Abhandlung der Herren Doktoren Ad. Blümcke und S. Finsterwalder: „Zur Frage der Gletschererosion" vor.

Zur Frage der Gletschererosion.

Von Ad. Blümcke und S. Finsterwalder.

(*Eingelaufen 3. Mai.*)

In der Diskussion über die Wirkung der Gletscher auf den Untergrund ist von Seiten der Verfechter der Gletschererosion bisher hauptsächlich auf die zermalmende, zerreibende, furchende, feilende und schleifende Thätigkeit nicht so sehr des bewegten Eises selbst, als der mitgeführten, unter grossem Druck gegen die Unterlage gepressten Grundmoränenschicht hingewiesen worden. Der Wirkung dieser Thätigkeit ist nun nach Heim dadurch eine Grenze gesetzt, dass bei zunehmendem Drucke infolge der hiebei bewirkten Erweichung des Eises die Kraft, welche die Steine der Grundmoräne gegen den Boden drückt, durch eine Art Auftrieb in der plastischen, flüssigkeitsähnlichen Eismasse vermindert wird. Diese Masse ist dann nämlich im Stande, den Druck allseitig, wenn auch nicht mit gleicher Stärke fortzupflanzen und es wird bei einem fast ganz im Eise eingebetteten Steine, welcher nur mit einer kleinen Fläche am Boden aufliegt,

der auf die obere Seite ausgeübte Druck zum Theil durch denjenigen vermindert, welcher auf die vom Eise berührte Unterfläche nach oben wirkt. Die Möglichkeit, dass auf diese Weise der Druck der Grundmoränengeschiebe gegen die Unterlage modifizirt wird, muss zugegeben werden, sobald man annimmt, dass die Grundmoräne von Eis gänzlich „durchtränkt“ ist und dass das Eis in den Zwischenräumen den Druck noch fortzuleiten vermag; keinesfalls aber kann natürlich der Gesammtdruck des Gletschers (Eis und Steine) von etwas anderem als von seinem Gewicht abhängen. Wenn schon der Druck des Gletschers im Ganzen wesentlich von der Mächtigkeit des Eises abhängt, so ist es doch angesichts der selbst bei grosser Belastung immer noch unvollkommenen Fluidität desselben sicher, dass während der Bewegung der Druck im Einzelnen zeitlich und örtlich sehr veränderlich ist, und momentan wohl auf Null herabgehen kann, so z. B. dann, wenn bei Stellungsänderungen der Geschiebe hohle nicht mit Eis erfüllte Räume entstehen. Entsprechend muss dann auch nothwendig der Druck an benachbarten Stellen erheblich grösser sein und kann den normalen vielmal übersteigen. Nun ist es eine gegenwärtig wohl allgemein zugestandene Thatsache, dass sich das Eis am Grunde wenigstens grösserer Gletscher mit Ausnahme vielleicht der höheren Lagen jahraus jahrein im Zustande der Schmelzung befindet.[1]) Dabei wird seine Temperatur dem Schmelzpunkt bei dem herrschenden Drucke entsprechen und demgemäss um einen geringen Betrag unter Null liegen. Experimentell wurde dies von Forel[2]) und Hagenbach am Arollagletscher direct nachgewiesen. Das allenthalben schmelzende Eis des gänzlich stagnirenden Gletschers hatte an verschiedenen Stellen nahe dem Grunde Temperaturen zwischen — 0,031° C und

1) Heim. Gletscherkunde. Seite 250.
2) Comptes rendus 1887. 2. 859.

— 0.002° C, was darauf hinweist, dass der Druck, unter dem das Eis bei einer Mächtigkeit von 40^m—50^m stand, an den einzelnen Punkten zwischen $4^1/_2$ und $^1/_4$ Atmosphäre schwankte. Es unterliegt keinem Zweifel, dass bei lebhafter Bewegung des Gletschers die Druckunterschiede sich verlegen, wodurch nothwendig partielle Verflüssigungen und Wiedergefrierungen der Gletschermasse, mit welchen entsprechende Temperaturschwankungen parallel gehen, erfolgen müssen. In der That lassen sich mit dieser Annahme Bewegungs- und Structurerscheinungen des Gletschers ungezwungen erklären, wie dies J. Thomson schon im Jahre 1849 gethan hat und worin ihm unter Anderen auch Heim im Gegensatze zu Tyndall zustimmt.[1]) Diese Aenderungen des Aggregatzustandes finden natürlich nicht nur im Innern, sondern in erhöhtem Maasse an den Unebenheiten des Bettes, an den Ecken der Gesteinstrümmer, kurz überall da statt, wo Reactionen der bewegten Masse gegenüber den Widerständen auftreten und die Unregelmässigkeiten der Bewegung ihren Ausgangspunkt nehmen. Solche Aenderungen des Aggregatzustandes sind nun bekanntlich von Verwitterungserscheinungen der angrenzenden Gesteinsoberflächen begleitet, deren qualitative und quantitave Bestimmung den Gegenstand einer Reihe von Untersuchungen des Einen von uns bildete.[2])

Während man bisher der Ansicht war[3]), dass oft wiederholtes Frieren und Aufthauen eines mit Wasser getränkten Gesteines erst eine allmähliche Lockerung des Gefüges er-

---

1) Gletscherkunde Seite 308—318.

2) Ad. Blümcke. Bestimmung der Frostbeständigkeit von Materialien. Centralblatt der Bauverwaltung. 1885; ferner unter gleicher Ueberschrift Fortsetzung und wesentliche Erweiterung. Zeitschrift für Bauwesen 1887.

Ueber das Verwittern von Materialien. Centralblatt der Bauverwaltung 1889.

3) Richthofen. Führer für Forschungsreisende. S. 95. 1887.

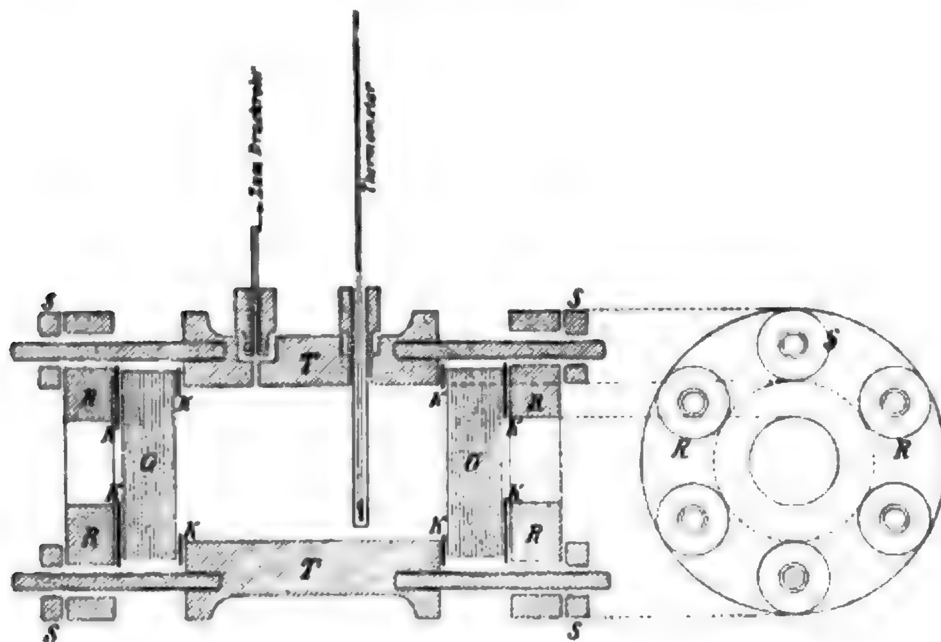
zeugt, die sich schliesslich in dem Auftreten von Fugen äussert, welche sich dann durch die Sprengwirkung des gefrierenden Wassers rasch erweitern und zur Abbröckelung scharfkantiger Fragmente führen, zeigte sich bei den erwähnten Untersuchungen, dass gleich bei erstmaliger Frosteinwirkung, gleichviel von welcher Beschaffenheit das Gestein war — ob feinster Marmor oder grobkörniger Sandstein — ein wägbarer Materialverlust statthatte, ohne dass auch mit bewaffnetem Auge eine Veränderung am Gestein wahrgenommen werden konnte. Das Verwitterungsprodukt ist anfänglich mikroskopisch feiner Staub und seine Menge bei gleichem Material der Oberfläche und der Zahl der Frostwirkungen genähert proportional. Für verschiedene Gesteine schwankt dieselbe innerhalb bedeutender Grenzen z. B.

Gelber Sandstein (Lichtenau)	0,341 gr	pro □ dm u. einmal. Frieren.
Roth. Sandst. (Rothenfels a. M.)	0,022 gr	„ „ „ „ „
Weisser Carrara Marmor	0,007 gr	„ „ „ „ „
Weisser Kalkstein (Estaillade)	0,135 gr	„ „ „ „ „
Granit (Wunsiedel)	0,017 gr	„ „ „ „ „
Granit (Blauberg)	0,014 gr	„ „ „ „ „

Erst bei mehrfach wiederholtem Gefrieren (3—30fach bei Sandsteinen, 2 bis weit über 100 bei Kalksteinen und Marmor, 40fach bei Granit, wenn das Material möglichst mit Wasser getränkt ist) hört die Proportionalität auf und es zeigen sich die bekannten, sichtbaren, unregelmässig wirkenden Verwitterungserscheinungen. Bei den damaligen Versuchen wurde das Frieren durch Temperaturerniedrigung herbeigeführt, aber es war zu erwarten, dass die gleiche Wirkung eintritt, wenn das Frieren durch Druckerniedrigung hervorgerufen wird. Diese Voraussicht haben wir nun durch einige neue Versuche bestätigt gefunden.

Es wurden erst Gesteinsproben in Eis eingefroren, dann das Eis durch Druck verflüssigt und durch Nachlassen des Druckes zum Wiedergefrieren gebracht. Die Druckänderungen

wurden mehrfach wiederholt und die dabei entstandenen Materialverluste des Gesteines mit denjenigen verglichen, welche bei gewöhnlicher Frostwirkung auftreten.



Die zu untersuchenden Steine befanden sich in einem horizontal liegenden Rohr (siehe Figur) aus Phosphorbronce von 2 cm Wandstärke, 12 cm Länge und 6 cm lichter Weite, welches an den Enden durch 2 cm dicke Glasplatten *G* geschlossen war. Letztere waren durch Metallringe ***R***, welche durch je 6 Schrauben *S* angezogen werden konnten, gegen das Rohr gepresst. Zur Dichtung lagen zwischen Rohr und Glasplatten Kautschukringe *K* mit Hanfeinlagen. Oben hatte das Rohr zwei Durchbohrungen. In die eine konnte ein dünnes Kupferrohr behufs Verbindung mit einer Cailletet'schen Druckpumpe geschraubt werden, in die andere ein dünnwandiges mit Alkohol gefülltes Gefäss zur Aufnahme eines feinen Thermometers. Nachdem die Steine (etwa ein Dutzend nussgrosse Stücke) unter der Glocke der Luftpumpe mit Wasser gesättigt waren, wurden sie in einen Blechtrog, der die abfrierenden Partikel sammeln sollte, gelegt und in das zu vier Fünftel mit Wasser gefüllte Druckrohr gebracht.

Der übrige Raum des Druckrohrs wurde unter Ausschluss der Luft mit Olivenöl gefüllt, welches auch zur Speisung der Cailletet'schen Pumpe diente. Man wählte diese Substanz anstatt des Wassers, um ein Zerspringen des Apparates beim Gefrieren zu vermeiden.[1]) Es wäre im Interesse der Bequemlichkeit und Reinlichkeit gewesen, Quecksilber anzuwenden, doch verbot sich dies mit Rücksicht auf das Material des Rohrs und der Pumpe. Das gefüllte Druckrohr wurde in eine Kältemischung gesteckt und hiedurch das Wasser zum Gefrieren gebracht. Man bemühte sich alsdann, die Temperatur des Eises so zu reguliren, dass bei den zur Verfügung stehenden Drucken [80 Atm.] eine Verflüssigung eintreten konnte. Es gelang, für mehrere Stunden die constante Temperatur — 0,3° C zu erhalten. Wurde nun der Druck durch Einpumpen von Olivenöl auf 80 Atmosphären gesteigert, so sank das Thermometer auf — 0,6° C und die Verflüssigung machte sich ausserdem noch durch starke Volumen- und Druckabnahme, die indessen immer wieder compensirt wurde, bemerklich. Später blieben Druck und Temperatur nahezu constant. Hierauf wurde der Druck aufgehoben, wobei das Thermometer wieder auf — 0,3° stieg. Solche Druckänderungen wurden nun in Zwischenräumen von 10—15 Minuten mehrfach hintereinander bewirkt. Anfänglich war bei jeder Druckverminderung das Wiedergefrieren des Wassers durch Anschiessen von Eisnadeln und leichte Trübung der Masse beim Durchsehen zu erkennen, später wurde das Ganze so gleichförmig, dass eine sichere Unterscheidung von Wasser und Eis nicht mehr möglich war. Doch folgt das Gefrieren und Schmelzen mit Sicherheit aus den Temperaturänderungen. Nach Beendigung der Versuche sammelte man den Inhalt des Rohres in einer Schale, dampfte

1) Bei Temperaturen unter — 10° wurde auch das Olivenöl fest, was thatsächlich einen Bruch der Glasplatte nach sich zog.

ein und wusch den Rückstand auf dem Filter mit Chloroform zur Entfernung des noch anhaftenden Olivenöls aus. Der Rückstand wurde getrocknet und gewogen.

Dieselben Steine wurden ausserdem im nassen Zustande einer gewöhnlichen Frostwirkung ausgesetzt und die abgefrorenen Theilchen gewogen. Um auch die Frage zu entscheiden, in wieweit die blossen Druckwirkungen, denen die Gesteine im Apparate ausgesetzt sind, Materialverluste hervorrufen können (durch Auflösen des Bindemittels im Wasser oder durch Abbröckelung des Gesteines im Eis), wurden noch zwei Parallelversuche gemacht, wobei einmal die Gesteine in Wasser bei Zimmertemperatur wiederholt Druckänderungen von 80 Atmosphären ausgesetzt, das anderemal dieselben in Eis von — 5° C bis — 7,5° C gebettet und in gleicher Weise behandelt wurden, wobei ein Thauen bei den angewendeten Drucken natürlich ausgeschlossen ist. Wir experimentirten mit zweierlei Material, einem rothen Sandstein von mittlerer Güte unbekannter Herkunft und einem dunkelgrünen Schiefer aus dem Pfitschthal.

Die erhaltenen Zahlen theilen wir in folgender Zusammenstellung mit:

I. Probe. Sandstein.

Oberfläche ca. 360 □ cm.		
Gewichtsverlust nach einmaligem Frieren bei − 10° C	0,497 gr	
Für den □ dcm Oberfläche berechnet	0,137 gr	
Gewichtsverlust im Apparate nach einmaligem Frieren ohne Druck durch Temperaturerniedrigung und fünfmaligem Frieren durch Druckerniedrigung von 80 Atm. auf 1 Atm.	2,898 gr =	6 × 0,483 gr

Verlust nach 10maligem Druck in Wasser von Zimmertemperatur	0,607 gr
Da die Steine schon sichtbare Spuren tieferer Frostwirkung zeigten, wurde eine zweite Probe desselben Materials genommen von 280 □ dcm Oberfläche:	
Gewichtsverlust nach einmaligem Frieren bei — 5° C	0,367 gr
Für den □ dcm Oberfläche . .	0,130 gr
Gewichtsverlust nach 10 maligem Druck auf 80 Atm. des im Eise von — 5° bis — 7,5° C eingeschlossenen Materials, wobei natürlich vorher einmaliges Frieren statthatte	0,308 gr

II. Probe. Schiefer.

Oberfläche ca. 300 □ cm.	
Gewichtsverlust nach einmaligem Frieren bei — 5° C.	
a) vor den Druckversuchen	0,044 gr
b) nach „ „ „	0,039 gr
Mittel pro □ dcm Oberfl.	0,014 gr
Gewichtsverlust nach einmaligem Gefrieren durch Temperaturerniedrigung und 16 maligem Gefrieren durch Druckerniedrigung von 80 Atm. auf 1 Atm. . .	0,726 gr = 17 × 0,045 gr.

Aus dieser Zusammenstellung entnehmen wir, dass die Frostwirkung, welche durch Druckverminderung herbeigeführt wird, quantitativ von der durch blosse Temperaturerniedrigung erzeugten nicht wesentlich verschieden ist und dass ferner die Löslichkeit des Materials im Wasser nur

nebensächlichen, die Druckwirkung des Eises allein (ohne gleichzeitige Aggregatsänderung) verschwindenden Einfluss auf den Materialverlust hat. Aber auch qualitativ ist die Erscheinung die gleiche: erst regelmässiges Abfrieren feinen Staubes, später unregelmässiges Abblättern und Abbröckeln gröberer Theile.

Es scheint hiemit bewiesen, dass die Verwitterung auch unter der Decke des Gletschereises ihren Fortgang nimmt und dass dem Gletscher ausser der schleifenden Thätigkeit auch noch eine verwitternde zuzuschreiben ist. Ob dieselbe mit der oberflächlichen Verwitterung der Felsen in Folge der Temperaturschwankungen einen Vergleich aushalten kann, entzieht sich natürlich genauer Schätzung. Es hängt die Beantwortung dieser Frage ganz davon ab, wie oft oder wie selten man das Eintreten von Druckänderungen an ein und derselben Stelle des Gletschergrundes zugeben will. Sicher ist nur das Eine, dass diese Druckänderungen dort am häufigsten eintreten, wo die Bewegung am gestörtesten ist, namentlich an dem obern Ende der Gletscherzunge beim Uebergang in's Firngebiet, wo die von allen Seiten der Mulde radial zusammenströmenden Eismassen einer gemeinsamen Strömungsrichtung im Thalweg sich anbequemen müssen. Wer bei längerem Aufenthalt in jenen Regionen das Leben der Gletscherfläche bei dem beinahe unausgesetzten Werfen von Spalten beobachtet hat, wird es nicht für widersinnig halten, dass wenigstens zeitweise die Zahl der Frostwirkungen unter dem Eise derjenigen im Freien gleichkommt. Die hierdurch bewirkte Zerstörung des Materials macht sich natürlich an denselben Stellen geltend, wo infolge der gesteigerten Bewegung eine erhebliche Schleifwirkung des Eises zu erwarten ist. Die Grösse oder die Mächtigkeit des Gletschers dürfte von einer gewissen Grenze ab keinen entscheidenden Einfluss auf den Grad der Frostwirkung ausüben, da es für dieselbe gleichgiltig ist, unter

welchen Temperaturen bezw. Drucken das Gefrieren statthat. Stets aber wird die Verwitterung neue Angriffspunkte für die schleifende Thätigkeit des Gletschers schaffen.

Wenn durch die Heim'sche Argumentation die Erosionsfähigkeit des Gletschers einigermassen eingeschränkt erscheint, so dürfte diese Einschränkung durch die vorgetragene sich ebenfalls auf physikalische Grundlagen stützende Betrachtung mehr als compensirt sein. Jedenfalls wird man nicht behaupten dürfen, dass schon aus physikalischen Gründen tiefergehende Erosionswirkungen der Gletscher unwahrscheinlich seien.

Sitzung vom 7. Juni 1890.

1. Herr C. v. Voit theilte einige Resultate aus einer in seinem Laboratorium im Gang befindlichen Untersuchung: „über die Resorption des Eisens und des Kalkes aus dem Darmkanale“ mit.

2. Herr Ad. v. Baeyer hielt einen Vortrag: „über die Constitution der Dimethylbernsteinsäure.“

Sitzung vom 5. Juli 1890.

1. Herr C. M. v. Bauernfeind erstattet einen Bericht über den dermaligen Stand der internationalen Bodenseeforschung unter Vorlage der Protokolle der Vollzugskommission der fünf Bodenseeuferstaaten für die Herstellung einer Bodenseekarte.

2. Herr Rainer Ludwig Claisen hält einen Vortrag: „über die Einwirkung des Ameisenäthers auf Campher.

Ueber die Einwirkung des Ameisenäthers auf Campher.

Von L. Claisen.

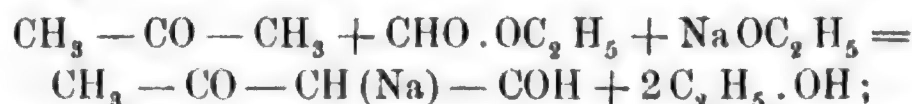
(*Eingelaufen 7. August.*)

Schon vor längerer Zeit habe ich gezeigt[1]), dass Ameisenäther bei Gegenwart von Natriumaethylat leicht auf gewisse Ketone einwirkt, indem der Formylrest in das betreffende

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XX, 2191; XXI, 1135 und 1144.

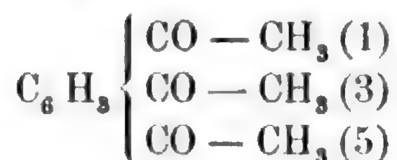
Keton eintritt und Körper erzeugt werden, welche zugleich Ketone und Aldehyde sind und demnach als Ketoaldehyde bezeichnet werden können. Die auf diese Weise entstandenen Körper unterscheiden sich von den durch v. Pechmann[1]) entdeckten 1.2 Ketoaldehyden R — CO — COH durch die andersartige Stellung der Keton- und Aldehydgruppe und sollen daher im Folgenden als 1.3 Ketoaldehyde bezeichnet werden.

Ein solcher Ketoaldehyd — Acetessigaldehyd — bildet sich beispielsweise mit Leichtigkeit, wenn man auf gewöhnliches Aceton Ameisenäther bei Gegenwart von Natriumaethylat einwirken lässt. Die Reaktion verläuft nach der Gleichung



$$CH_3 - CO - CH_3 + CHO . OC_2 H_5 + Na OC_2 H_5 =$$
$$CH_3 - CO - CH (Na) - COH + 2 C_2 H_5 . OH ;$$

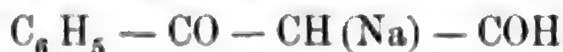
es entsteht also das Natriumsalz des Acetessigaldehyds, aus welchem durch doppelten Austausch zahlreiche andere, zum Theil schön krystallisirende Derivate dieses Körpers (Kupfersalz, Benzolazoverbindung, Phenylpyrazol u. s. w.) erhalten werden können. Der Ketoaldehyd selbst ist sehr unbeständig und geht schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Abspaltung von 3 Molekülen Wasser in symmetrisches Triacetylbenzol



$$C_6 H_3 \begin{cases} CO - CH_3 (1) \\ CO - CH_3 (3) \\ CO - CH_3 (5) \end{cases}$$

über.

Ganz ebenso verhält sich Acetophenon, welches mit Ameisenäther und Natriumaethylat sehr leicht zu dem Natriumsalz des benzoylirten Acetaldehyds



$$C_6 H_5 - CO - CH (Na) - COH$$

zusammentritt. Dieser Ketoaldehyd theilt in freiem Zustande

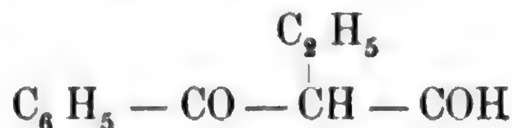
1) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XX, 2539 und 2904.

ganz die Unbeständigkeit des vorigen; auf Ansäuern der Lösung des Natriumsalzes mit einer Mineralsäure scheidet er sich zunächst als ein Oel ab, welches sich aber rasch in complizirter zusammengesetzte Condensationsprodukte umwandelt.

Dieselbe Reaktion kann dann auch auf solche Ketone angewandt werden, welche statt der mit dem Carbonyl verbundenen Methylgruppe eine Methylengruppe enthalten, also auf Ketone von der allgemeinen Formel $R - CO - CH_2 - R$. Ich habe, in Gemeinschaft mit Herrn Meyerowitz[1]) verschiedene Ketone dieser Klasse (Diaethylketon, Aethylphenylketon, Propylphenylketon, Benzylphenylketon) der Behandlung mit Natriumaethylat und Ameisenäther unterzogen und mich überzeugt, dass in allen diesen Fällen rasch und leicht Condensation zu Ketoaldehyden von der allgemeinen Formel



stattfindet. Nur zeigt sich hier der bemerkenswerthe Unterschied, dass Ketoaldehyde von dieser letzteren Form, im Gegensatz zu den beiden ersterwähnten, auch in freiem Zustande ganz beständig und trotz ihrer zum Theil sehr hohen Siedepunkte unzersetzt destillirbar sind. Als Beispiel mag das formylirte Phenylpropylketon



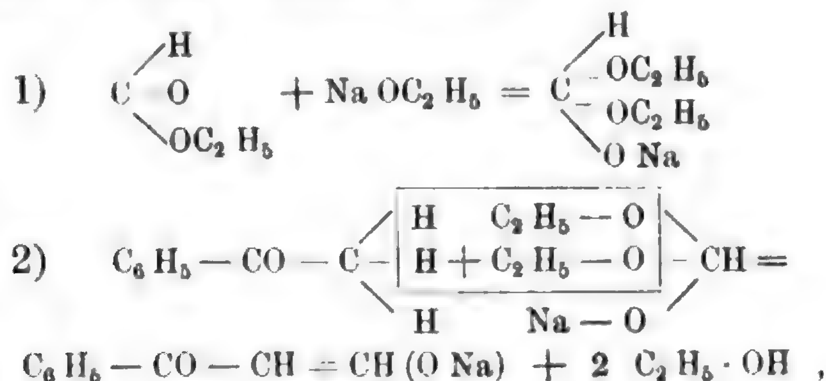
erwähnt werden, ein schön krystallisirter, bei 87° schmelzender Körper, welcher unter gewöhnlichem Druck bei 259 bis 263° siedet.

Nicht aber kann die Reaktion auf solche Ketone ausgedehnt werden, in welchen die Carbonylgruppe mit sekun-

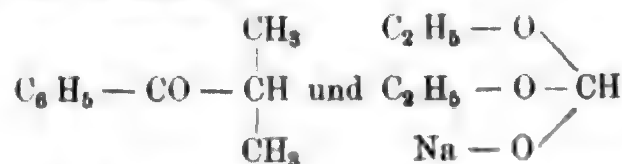
---

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XX, 3273; Bulletin Soc. chim. 1889, 496.

dären Alkylresten verbunden ist. Während Phenylpropylketon leicht und glatt in den betreffenden Ketoaldehyd verwandelt werden kann, wird Phenylisopropylketon bei der Behandlung mit Natriumaethylat und Ameisenäther nicht im Mindesten angegriffen; die Gesammtmenge des angewandten Ketons wird unverändert zurückgewommen. Schon an anderer Stelle[1]) ist hervorgehoben worden, wie dieses abweichende Verhalten eine kräftige Stütze für die Ansicht liefert, welche ich bezüglich des Verlaufs dieser Art von Reaktionen aufgestellt habe: dass nämlich zunächst additionelle Verbindungen des betreffenden Säureäthers mit Natriumaethylat gebildet werden, welche dann ihrerseits unter Austritt von 2 Molekülen Alkohol auf die Methyl- oder Methylengruppe des zweiten Reaktionscomponenten einwirken. Wenn man sich, dieser Ansicht entsprechend, die Umsetzung z. B. zwischen Acetophenon, Ameisenäther und Natriumaethylat in folgender Weise verlaufend denkt:



so ist leicht ersichtlich, dass eine analoge Reaction wohl noch zwischen Ameisenäther und Phenylpropylketon, aber nicht zwischen Ameisenäther und Phenylisopropylketon stattfinden kann, da zwischen



ein Austritt von 2 Molekülen Alkohol nicht mehr möglich ist.

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXII, 534.

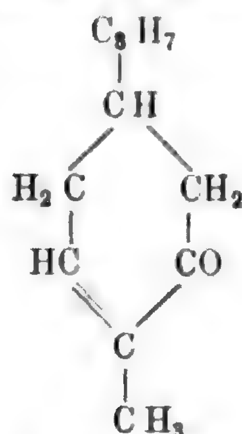
Dieser durchgreifende Unterschied, den die Atomgruppirungen $-CO-CH_3$ und $-CO-CH_2-R$ im Gegensatz zu $-CO-CH\begin{smallmatrix}R\\R\end{smallmatrix}$ und $-CO-C\begin{smallmatrix}R\\R\\R\end{smallmatrix}$ zeigen, kann benutzt werden, um nachzuweisen, ob in einem gerade vorliegenden Keton von unbekannter Constitution die Carbonylgruppe mit einem Methyl- resp. Methylenrest verbunden ist. Nur Ketone dieser letzteren Art (Methyl- und Methylenketone) werden bei der Behandlung mit Ameisenäther und Natriumaethylat resp. Natrium einen Ketoaldehyd liefern, dessen Bildung wegen der äusserst charakteristischen Reaktionen, welche diese Körper zeigen, mit Leichtigkeit nachzuweisen ist. Zu diesem Versuche genügt es, wenige Tropfen des betreffenden Ketons in ätherischer Lösung mit Ameisenäther und etwas metallischem Natrium zusammenzubringen; wenn das Natrium verschwunden ist, wird, um den entstandenen Ketoaldehyd in Freiheit zu setzen, Essigsäure und etwas Wasser zugefügt und die ätherische Schicht abgehoben; wird dann letztere mit Alkohol und einigen Tropfen Eisenchlorid versetzt, so kann die Anwesenheit des Ketoaldehyds durch die sofort eintretende intensive Rothfärbung (je nach Umständen gelbroth, blutroth oder violettroth) leicht erkannt werden. Herr Hori hat auf meine Veranlassung eine Anzahl von Ketonen dieser qualitativen Prüfung unterzogen und gefunden, dass die erwähnte Eisenchloridröthung mit aller Intensität eintrat bei den folgenden Ketonen:

Aceton,
Methylpropylketon,
Methylhexylketon,
Pinakolin,
Diaethylaceton (aus Diaethylacetessigäther),
Diaethylketon,
Lävulinsäureäther,

Mesityloxyd,
Acetophenon,
Phenylpropylketon,
Dibenzylketon,
Benzalaceton.

Mit Phenylisopropylketon dagegen, Benzophenon, Phoron und Dibenzalaceton trat, wie von vornherein zu erwarten, eine solche Rothfärbung nicht ein[1]).

Es lag nun nahe, dieses verschiedenartige Verhalten der Ketone gegen Ameisenäther und Natriumaethylat resp. metallisches Natrium zu benutzen, um festzustellen, ob im Campher, der seinem Verhalten nach zweifellos als ein Keton betrachtet werden muss, die Atomgruppirung $-CO-CH_2-$ enthalten ist. Kekulé[2]) hat bekanntlich die Constitution des Camphers durch die folgende Formel



ausgedrückt, welche in der That mit allen Umsetzungen dieses Körpers im besten Einklange steht, aber doch inso-

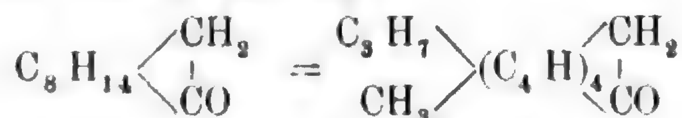
1) Auf dieselbe Weise dürften sich wohl auch die Aether primärer Säuren $R-CH_2-COOH$ von denen sekundärer und tertiärer Säuren $\frac{R}{R}\!\!>\!CH-COOH$ und $R-C(R)(R)-COOH$ unterscheiden lassen. Versuche darüber sollen demnächst in Angriff genommen werden. Vergl. auch Wislicenus, Liebigs Annalen **246**, 339.

2) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. VI, 931. Neuerdings wird vielfach im Campher statt der Doppelbindung eine Parabindung angenommen, so in der Bredt'schen Formel:

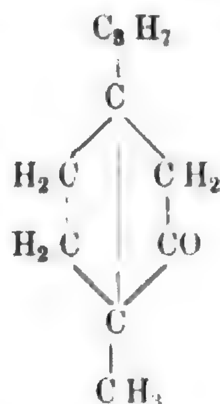
ferne noch weiterer Begründung bedarf, als — wie dies auch Kekulé selbst hervorhebt — die Stellung der Doppelbindung sowohl zum Carbonylsauerstoff als auch zu den beiden Seitenketten nicht mit genügender Sicherheit festgestellt ist. Um nun in dieser Hinsicht einen kleinen Beitrag zur Campherfrage zu liefern, habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Bishop[1]) das Verhalten des Camphers gegen Ameisenäther untersucht und mich überzeugt, dass beide Körper sich bei Gegenwart von metallischem Natrium (nicht von Natriumaethylat) unter Alkoholaustritt leicht und glatt zu einem Ketoaldehyd verbinden:

$$C_{10}H_{16}O + CHO.OC_2H_5 = C_{10}H_{15}O - COH + C_2H_5.OH$$

Daraus ergiebt sich also, dass im Campher in der That, wie dies die Kekulé'sche und die Bredt'sche Formel voraussetzen, die Atomgruppirung



enthalten ist. Der einzige Einwand, den man hiergegen er-



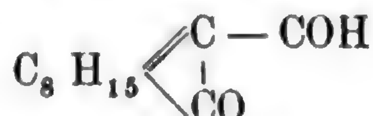
In der obigen Kekulé'schen Formel ist, wie Beckmann (Liebigs Annalen 250, 373) richtig bemerkt, kein nach den üblichen Anschauungen asymmetrisches Kohlenstoffatom vorgesehen und daher der optischen Aktivität nicht Rechnung getragen. Gegen die Annahme einer Doppelbindung spricht auch die Beständigkeit der Camphersäure gegen Oxydationsmittel, namentlich gegen Kaliumpermanganat.

1) Vorläufige Mittheilung Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XXII, 534.

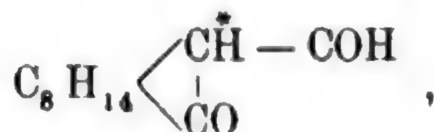
heben könnte, wäre der, dass eben über Ketone mit ringförmiger Kohlenstoffbindung bisher noch keine Erfahrungen bezüglich des Verhaltens gegen Ameisenäther vorliegen und dass daher wohl auch ein Körper



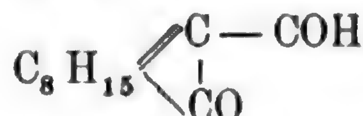
sich mit Ameisenäther zu einem Aldehyd



verbinden könne. Dieser Einwand wird indessen hinfällig durch die Thatsache, dass der Formylcampher, wie die neue Verbindung vorläufig bezeichnet werden mag, gleich allen bisher untersuchten Ketoaldehyden, eine ziemlich starke einbasische Säure ist; es muss in ihm also noch ein vertretbares Wasserstoffatom vorhanden sein, wie ein solches in der Formel



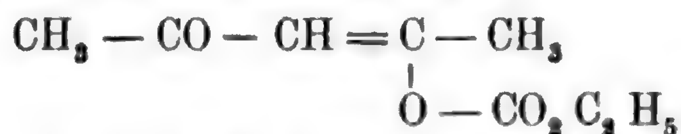
aber nicht in der Formel



vorgesehen ist.

Die nähere Untersuchung dieses Formylcamphers hat zu Resultaten geführt, welche für die Lehre von der Tautomerie von einigem Interesse sind. Im Vorigen ist angenommen worden, dass bei der Bildung des Formylcamphers keine Atomverschiebung stattfindet, dass also der Formylrest als solcher, als einwerthige Gruppe $-C\langle^{H}_{O}$, in das unveränderte Camphermolekül eintritt. Was die Diketone betrifft, so haben sich aus der Untersuchung derselben keine Anhaltspunkte ergeben, welche dazu nöthigen, die übliche Formel

R — CO — CH$_2$ — CO — R zu verlassen und in R — CO — CH =C(OH) — R abzuändern; wenn auch einzelne Derivate, wie z. B. der Acetylacetonisocarbonsäureäther



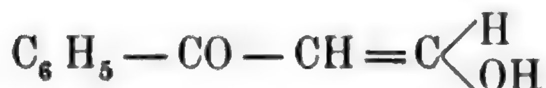
sich bestimmt von jener Nebenform ableiten, so scheinen doch die meisten Derivate Abkömmlinge der Hauptform R — CO — CH$_2$ — CO — R zu sein. Was dagegen die Ketoaldehyde betrifft, so habe ich schon in der ersten, gemeinschaftlich mit L. Fischer[1]) veröffentlichten Abhandlung über den Benzoylaldehyd es dahingestellt sein lassen, ob dieser Körper die Formel



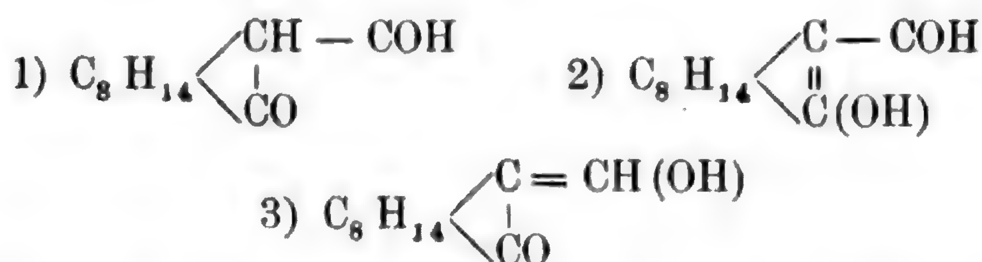
oder



oder



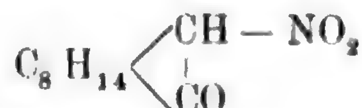
besitzt. In gleicher Weise würden sich für den Formylcampher drei mögliche Formeln



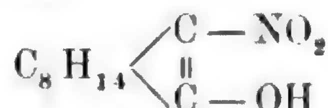
ergeben, von denen — im Hinblick auf einige neuere Untersuchungen von Cazeneuve sowie von v. Baeyer und Noyes — die zweite a priori den Vorzug verdienen dürfte. Cazeneuve[2]) hat nämlich gezeigt, dass der Nitrocampher

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXI, 1139.

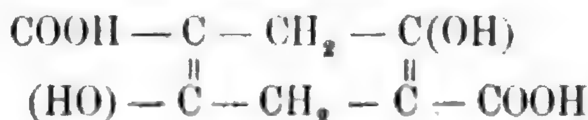
2) Comptes rendus 1889, 243 und 302; Bulletin soc. chim. 1889, 240, 243 und 417.



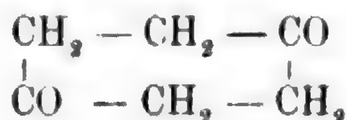
sich leicht in ein Isomeres umlagert, welches von seinem Entdecker als eine phenolartige Verbindung



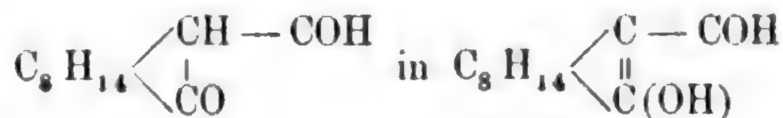
betrachtet und als Camphonitrophenol bezeichnet wird. Ferner haben die Untersuchungen von v. Baeyer und Noyes[1]) es in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass die Succinylobernsteinsäure Dioxydihydroterephtalsäure



ist, während das aus jener Säure durch Kohlensäureabspaltung entstehende „Tetrahydrochinon“ ein wirkliches Diketon — p Diketohexamethylen — darstellt:



Gelänge es also, letzteren Körper durch Einführung zweier Carboxylgruppen in den ersten überzuführen, so würde damit eine Umlagerung der beiden Ketongruppen in die hydroxylhaltige Form verbunden sein. In gleicher Weise sollte man beim Eintritt der negativen Formylgruppe in den Campher eine Verschiebung des zunächst entstehenden Complexes

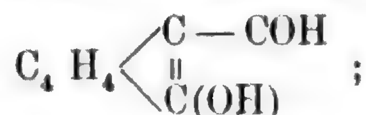


erwarten.

Die ersten Versuche schienen denn auch in der That diese letztere Formel zu bestätigen. Zunächst verhält sich

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXII, 2168.

der Formylcampher in mancher Hinsicht ähnlich dem Salicylaldehyd

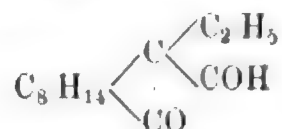


beide Körper sind in Alkalien löslich und ohne Zersetzung destillirbar; beide geben in alkoholischer Lösung mit Eisenchlorid intensiv blauviolette Färbungen und mit Kupferacetat schön krystallisirende Kupfersalze. Auch das Vorhandensein einer Hydroxylgruppe im Formylcampher konnte leicht und mit Sicherheit nachgewiesen werden. Während die Diketone von Essigsäureanhydrid nicht angegriffen werden, wird Formylcampher beim Erhitzen damit in ein unzersetzt siedendes Acetat $C_{11} H_{15} O_2 (C_2 H_3 O)$ übergeführt, welches im Gegensatz zu der nichtacetylirten Verbindung alkaliunlöslich ist und durch Eisenchlorid nicht gefärbt wird. Erwärmt man ferner die Natriumverbindung des Formylcamphers mit Jodaethyl, so wird leicht (schon bei Wasserbadwärme) das Natrium gegen Aethyl ausgetauscht und man erhält ein Aethylderivat $C_{11} H_{15} O_2 (C_2 H_5)$, welches wie die Acetylverbindung in Alkalien unlöslich ist. Dass nun in dieser Verbindung die Aethylgruppe durch Sauerstoff mit dem übrigen Complex verbunden ist, ergibt sich mit Sicherheit daraus, dass beim Zusammenstehen mit rauchender Salzsäure das Aethyl wieder abgespalten und Formylcampher regenerirt wird.

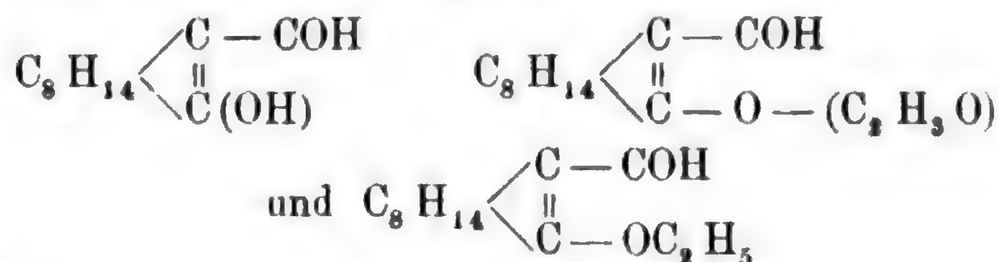
Nach diesem Verhalten des Formylcamphers kann die erste Formel



nicht weiter in Betracht kommen. Denn es ist nicht anzunehmen, dass aus einer Aethylverbindung

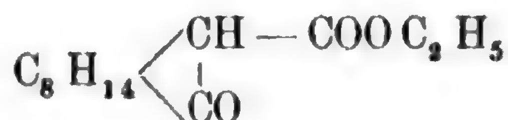


die Aethylgruppe in Form von Alkohol wieder abgespalten werden kann, so wenig wie dies beim Aethylacetessigäther gelingt. Leichtverständlich dagegen werden diese Verhältnisse, wenn man dem Formylcampher und seinen bisher erwähnten Derivaten die folgenden Formeln



beilegt.

Wenn diese Schlussfolgerungen richtig sind, so sollten sich mit dem Camphocarbonsäureäther, dem gewöhnlich die Formel

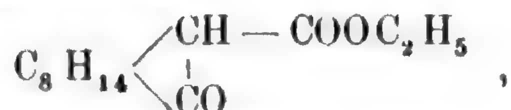


beigelegt wird, ähnliche Umsetzungen ausführen lassen wie mit dem Formylcampher. Der erwähnte Aether ist von Haller[1]) aus Cyancampher und fast gleichzeitig von Roser[2]) aus Camphocarbonsäure durch Aetherifiziren mit Alkohol und Salzsäure dargestellt worden. Roser hat zwar bereits auf die Strukturähnlichkeit dieses Aethers mit dem Acetessigäther — richtiger wohl mit dem Aethylacetessigäther — hingewiesen, aber verabsäumt, diese durch besondere Versuche festzustellen. Ich habe es daher nicht für überflüssig erachtet, mich zu überzeugen, dass dieser Aether und ebenso die freie Camphocarbonsäure mit Alkohol und Eisenchlorid eine dunkelblaue Färbung liefern, welche auf Zusatz von mehr Eisenchlorid in Dunkelgrün übergeht; ebenso fand ich, dass der Aether beim Schütteln mit kalter verdünnter Natronlauge zum Theil gelöst und aus dieser Lösung durch Säuren

1) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XIX, Referate 682.

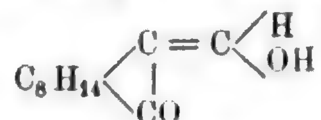
2) Ibidem XVIII, 3112.

unverändert wieder abgeschieden wird. Dagegen gelang es mir nicht, den Aether durch Erhitzen mit Essigsäureanhydrid in eine Acetylverbindung überzuführen noch durch Behandeln mit Jodaethyl und Natriumaethylat ein Aethylderivat aus ihm darzustellen. In dieser Hinsicht also verhält sich der Camphocarbonsäureäther ganz abweichend vom Formylcampher, bei welchem die Aethylirung und Acetylirung mit grösster Leichtigkeit gelingt; er verhält sich vielmehr wie ein ächter Ketonsäureäther



was ganz übereinstimmt mit der Beobachtung Rosers[1]), dass dieser Aether sich mit Phenylhydrazin leicht zu einem Hydrazon verbindet.

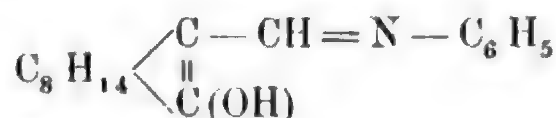
So steht man also hier vor der Alternative: Entweder, Camphocarbonsäureäther und Formylcampher sind ungleich constituirte Verbindungen; in dem einen ist die Ketongruppe des Camphers erhalten geblieben, in dem andern hat sie sich in die Hydroxylform umgelagert. Oder, beide Verbindungen enthalten noch die dem Campher entstammende Ketongruppe; dann aber muss die im Formylcampher zweifellos vorhandene Hydroxylgruppe an anderer Stelle als innerhalb des Camphercomplexes zu suchen sein. Dies führt also dazu, für diesen Körper auch die dritte mögliche Formel



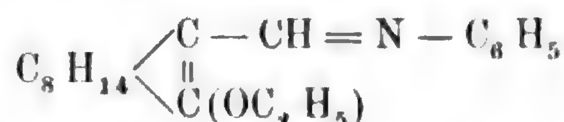
in Betracht zu ziehen, welche bisher, als die a priori am wenigsten wahrscheinliche, ausser Acht gelassen wurde. Nach den folgenden Beobachtungen kann kaum gezweifelt werden, dass diese Formel die wirkliche Constitution des Formylcamphers ausdrückt.

1) loc. cit.

Formylcampher und Anilin verbinden sich leicht und schon bei gewöhnlicher Temperatur zu einem Anilid, welches, unter Zugrundelegung der zweiten Formel, folgende Constitution haben würde:

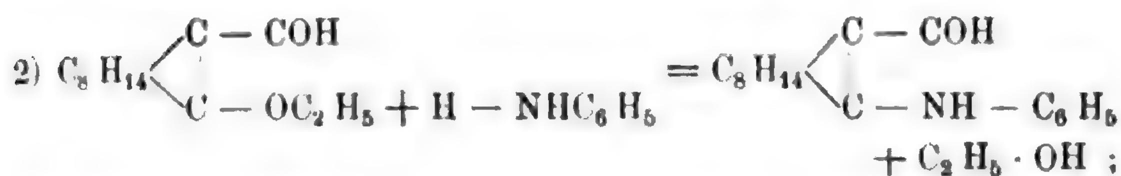


Auffällig ist nun, dass dieses Anilid, obwohl es nach dieser letzteren Formel noch die Phenolhydroxylgruppe enthalten soll, weder in Alkalien löslich ist noch auch (wenigstens in verdünnter alkoholischer Lösung) mit Eisenchlorid eine Färbung liefert; doch könnte die Alkaliunlöslichkeit immerhin mit einer Abschwächung der sauren Eigenschaften durch den eingetreten basischen Anilidorest erklärt werden. Jedenfalls sollte man erwarten, dass der äthylirte Formylcampher sich ähnlich verhalten und mit Anilin ein äthylirtes Anilid

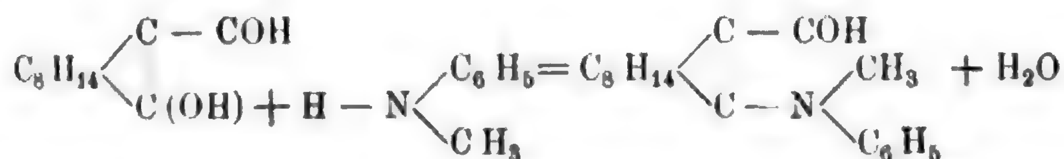


geben müsste. Letzteres ist aber nicht der Fall; Anilin wirkt bei gewöhnlicher Temperatur auf die Aethylverbindung überhaupt nicht ein; erst bei erhöhter Temperatur findet Umsetzung statt und zwar in der Weise, dass Alkohol abgespalten und dasselbe Anilid gebildet wird wie aus der nichtäthylirten Verbindung. Dadurch wird aber die obige Formel des Anilids sehr unwahrscheinlich; man könnte ja nun, um Uebereinstimmung zwischen beiden Bildungsweisen zu erzielen, die Entstehung des Anilids durch folgende Gleichungen interpretiren:



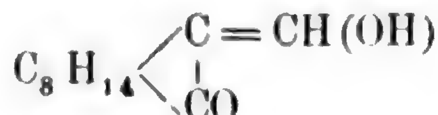


man müsste dann aber annehmen, dass die im Allgemeinen dem Anilin gegenüber so reaktionsfähige Aldehydgruppe intakt bliebe und das sonst so indifferente Phenolhydroxyl gegen den Anilinrest ausgetauscht würde, was doch auch wenig plausibel ist. Dass es sich aber hier in der That um den Austausch einer Hydroxylgruppe handelt, ergiebt sich aus dem ganz analogen Verhalten des Formylcamphers gegen Methylanilin; beide Körper vereinigen sich schon bei gewöhnlicher Temperatur zu einem Methylanilid, dessen Bildung dann also auch wieder durch die wenig wahrscheinliche Gleichung



ausgedrückt werden müsste.

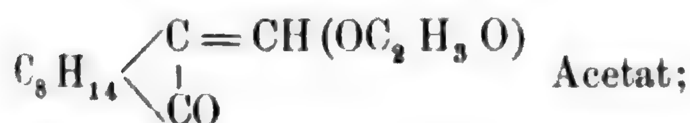
Alle diese Schwierigkeiten verschwinden, wenn man dem Formylcampher die dritte der obigen Formeln

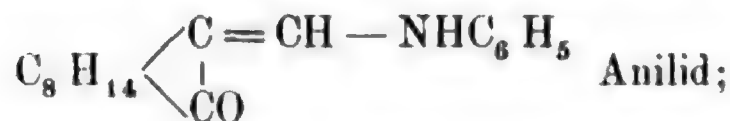


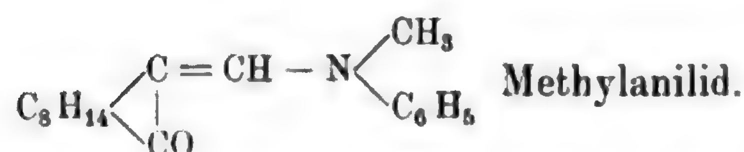
beilegt; die im Vorigen erwähnten Derivate werden dann in folgender Weise zu formuliren sein:









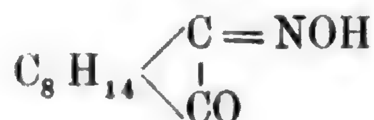


Nach diesen Formeln versteht es sich von selbst, dass aus dem Formylcampher durch Behandlung mit Anilin dasselbe Anilid erhalten werden muss wie aus der Aethylverbindung.

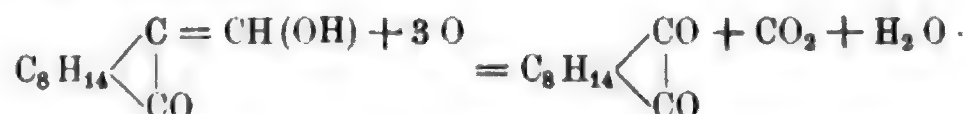
Auch die folgenden Umsetzungen stehen mit obiger Formel in bestem Einklang. Durch Oxydation des Formylcamphers mit Chromsäure wird dasselbe Campherchinon



erhalten, welches Claisen und Manasse[1]) aus dem Isonitrosocampher



dargestellt haben; die Formylgruppe wird also hier durch Sauerstoff ersetzt:

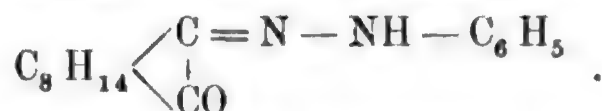


Kaliumpermanganat bewirkt weitergehende Oxydation zu Camphersäure.

Noch auf andere Weise kann aus dem Formylcampher ein Derivat des Campherchinons erhalten werden. Wenn man auf seine Natriumverbindung Diazobenzolchlorid einwirken lässt, so resultirt, unter gleichzeitiger Abspaltung von

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XXII, 530.

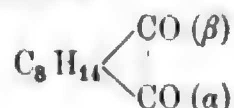
Ameisensäure, das schon von **Claisen** und **Manasse** beschriebene Monophenylhydrazon des Campherchinons[1]):



Bekanntlich werden bei der Einwirkung von Diazobenzolsalzen auf Natriumverbindungen der Fettreihe Hydrazone und keine eigentlichen Azoverbindungen erhalten; man kann also die Annahme nicht umgehen, dass bei manchen Umsetzungen das Diazobenzol $C_6H_5 - N = N(OH)$ sich verhält wie die isomere Verbindung $C_6H_5 - NH - NO$; denkt man sich auch in dem vorliegenden Falle das Diazobenzol als in solcher Weise wirkend, so erscheint diese Umsetzung als ein

---

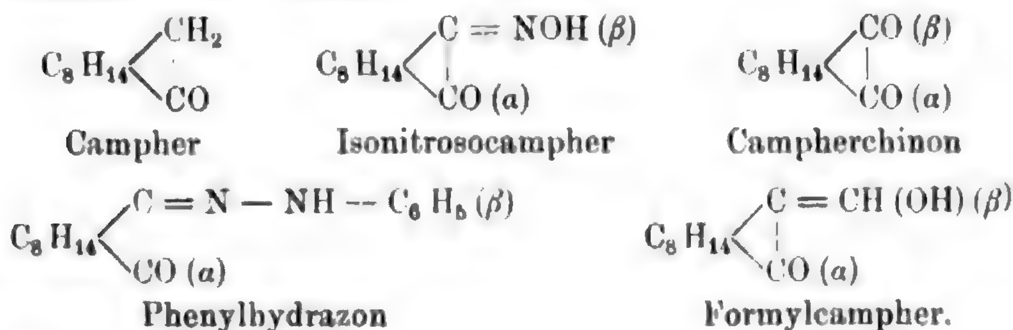
1) Aus dem Campherchinon



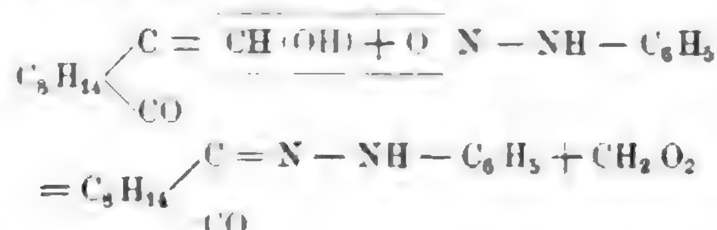
(worin CO (α) die ursprünglich im Campher enthaltene Carbonylgruppe bezeichnen soll) könnten zwei isomere Monophenylhydrazone entstehen:



je nachdem der Phenylhydrazinrest in die eine oder andere Ketongruppe eintritt. Die Identität dieses Phenylhydrazons mit dem aus dem Formylcampher entstehenden zeigt, dass dasselbe die letztere Formel besitzt; es scheint darnach die Carbonylgruppe CO (β) des Campherchinons reaktionsfähiger zu sein als die dem ursprünglichen Camphermolekül entstammende Gruppe CO (α). Die Beziehungen dieser Campherderivate zu einander und zum Campher selbst müssen also in folgender Weise ausgedrückt werden:



Austausch des zweiwerthigen Oxymethylenrestes $\dot{C}H(OH)$ gegen den Phenylhydrazinrest:



Der sogenannte Formylcampher ist also kein eigentlicher Aldehyd, denn er enthält nicht die für die letzteren charakteristische Formylgruppe $\dot{C}\langle{}^{O}_{H}$, sondern die zweiwerthige Oxymethylengruppe $\dot{C}\langle{}^{H}_{OH}$, welche sich zum Formyl verhält wie die zweiwerthige Oximidogruppe $\dot{N} - OH$ zu der einwerthigen Nitrosogruppe $\dot{N} = O$. Andererseits ist leicht ersichtlich, dass der Formylcampher sich durch Addition von Wasser oder anderen Verbindungen zu einem Aldehyd oder Derivaten eines solchen ergänzen kann:



und es kann daher nicht überraschen, wenn dieser Körper sich in mancher Hinsicht, z. B. durch seine Verbindbarkeit mit Natriumbisulfit oder seine Fähigkeit, Silbersalze zu reduciren, den eigentlichen Aldehyden ähnlich verhält.

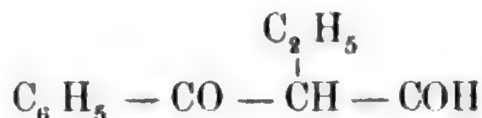
Daran schliesst sich naturgemäss die weitere Frage, ob der Formylcampher bezüglich dieser eigenthümlichen Constitution vereinzelt dasteht oder ob allgemein die Ketoaldehyde eine ähnliche Struktur besitzen. Ist beispielsweise die aus Acetophenon und Ameisenäther resultirende Verbindung ein benzoylirter Acetaldehyd $C_6H_5 - CO - CH_2 - COH$ oder ein benzoylirter Vinylalcohol $C_6H_5 - CO - CH = CH(OH)$? Nach früheren Angaben[1]) vermag sich dieser Körper nicht nur

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XXI, 1137.

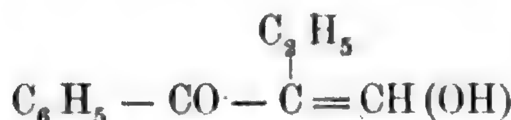
mit Anilin, sondern auch mit sekundären aromatischen Basen wie Methyl- und Benzylanilin zu verbinden; es muss in ihm also doch wohl eine austauschbare Hydroxylgruppe angenommen werden, wie eine solche in der zweiten, nicht aber in der ersten Formel vorgesehen ist. Noch näher stehen dem Formylcampher die von Claisen und Meyerowitz[1]) dargestellten Ketoaldehyde, denen früher die Formel



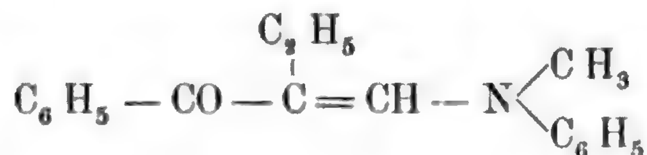
beigelegt wurde. Herr Dr. Seibert hat nun auf meine Veranlassung einen dieser Körper, das aus Phenylpropylketon und Ameisenäther leicht darstellbare Formyl-Phenylpropylketon, näher untersucht, um festzustellen, ob demselben die Formel



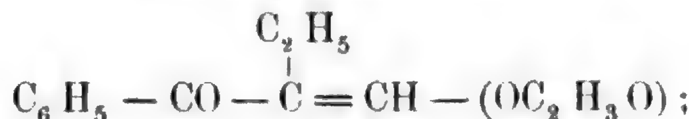
oder



zukommt. Es hat sich gezeigt, dass dieser Körper einerseits leicht mit Methylanilin reagirt und ein Methylanilid



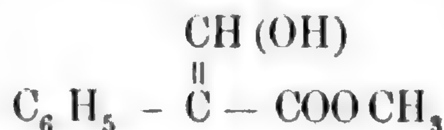
liefert und dass er andererseits von Essigsäureanhydrid angegriffen wird unter Bildung eines Acetats



in beider Hinsicht also verhält sich die Verbindung analog dem Formylcampher und abweichend von den Diketonen.

1) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft XXII, 3273.

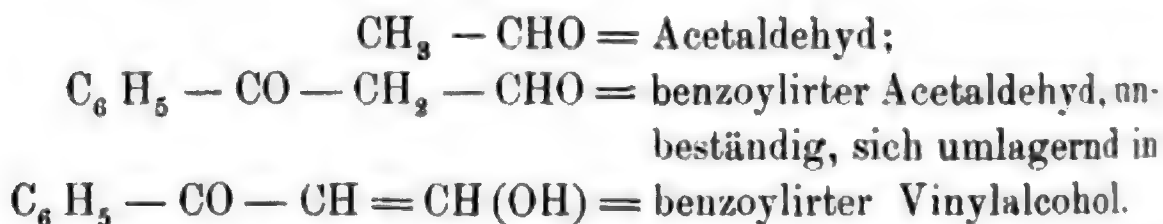
Aber nicht nur die formylirten Ketone, sondern auch die von Wislicenus zuerst dargestellten formylirten Säureäther scheinen eine entsprechende Constitution zu besitzen; Herr Dr. Seibert hat aus Phenylessigsäuremethyläther mittelst Ameisenäther das Formylderivat bereitet und gefunden, dass dieser Körper durch Essigsäureanhydrid ebenso leicht acetylirt wird wie der Formylcampher; man wird ihn also auch wohl als eine solche Oxymethylenverbindung



$$C_6H_5 - \underset{}{\overset{CH(OH)}{\overset{\|}{C}}} - COOCH_3$$

betrachten müssen.

Es scheint also, dass allgemein, wenn im Acetaldehyd oder seinen Homologen ein Wasserstoffatom durch ein Säureradikal ersetzt wird, eine Verschiebung der Aldehydform in die Vinylalcoholform stattfindet:

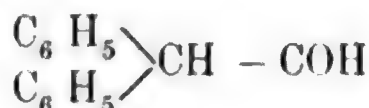


$CH_3 - CHO =$ Acetaldehyd;

$C_6H_5 - CO - CH_2 - CHO =$ benzoylirter Acetaldehyd, unbeständig, sich umlagernd in

$C_6H_5 - CO - CH = CH(OH) =$ benzoylirter Vinylalcohol.

Etwas Aehnliches scheint nun auch durch den Eintritt von Phenylgruppen in den Acetaldehyd bewirkt zu werden. Zincke[1]) hat vom Hydrobenzoin aus den Diphenylacetaldehyd dargestellt, näher untersucht und seine Verwunderung darüber ausgesprochen, „dass einige der erhaltenen Resultate nicht bei einem Körper erwartet werden konnten, welcher durch die Formel

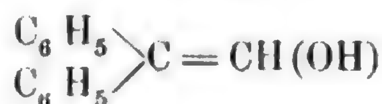


$$\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_6H_5 \end{matrix}\!\!>CH - COH$$

ausgedrückt werden muss.“ So gelang es Zincke nicht, diesen Aldehyd zu Diphenylessigsäure zu oxydiren, so wenig es mir hat gelingen wollen, den Formylcampher durch Oxy-

1) Liebig's Annalen 198, 182.

dation in Camphocarbonsäure überzuführen; statt dessen erhielt er Benzophenon, so dass also auch hier, genau wie beim Formylcampher, ein einfacher Ersatz der Formylgruppe durch Sauerstoff stattfindet. Ebenso wenig konnte die sonst für die Aldehyde so charakteristische Umwandlung durch Alkalien in Alkohol und Säure bewirkt werden; vielmehr beobachtete Zincke das Entstehen reichlicher Mengen von Diphenylmethan, was die sonst bei Aldehyden nie stattfindende Abspaltung von Formyl als Ameisensäure voraussetzt und genau der Zerlegung des Formylcamphers durch Alkalien in Campher und Ameisensäure entspricht. Ich halte es daher wohl für denkbar, dass auch der Diphenylacetaldehyd zu den substituirten Vinylalcoholen gehört und seine Constitution durch die folgende Formel

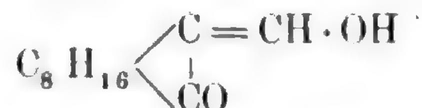


auszudrücken ist.

Bevor ich im Folgenden dazu übergehe, das thatsächliche Material, das den vorhergehenden Betrachtungen zur Grundlage diente, zusammenzustellen, mag noch bemerkt werden, dass das Menthon



sich gegen Ameisenäther ganz ebenso wie der Campher verhält und dass man aus ihm leicht ein Formylmenthon



darstellen kann, welches in seinem Verhalten mit dem Formylcampher vollkommen übereinstimmt. Diese Menthonabkömmlinge sollen in einer folgenden Abhandlung ausführlicher beschrieben werden.

Darstellung des Formylcamphers.

Natriumaethylat wirkt auf eine ätherische Lösung von Campher und Ameisenäther in der Kälte nicht ein; beim Erwärmen findet lediglich Spaltung des Ameisenäthers in Alkohol und Kohlenoxyd statt. Es wurde daher die Einwirkung von metallischem Natrium versucht und zwar in der Weise, dass Campher, in Toluol gelöst, zunächst für sich mit Natrium erhitzt wurde, wobei nach Baubigny[1]) ein Gemenge von Natriumcampher und Natriumborneol erhalten wird:



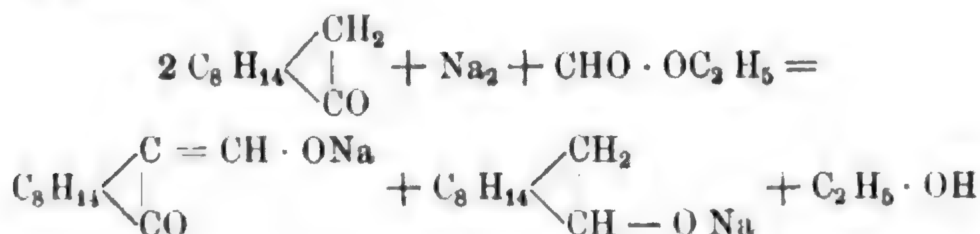
$$2\,C_{10}H_{16}O + Na_2 = C_{10}H_{15}O \cdot Na + C_{10}H_{17}O \cdot Na \cdot$$

Nach dem Erkalten wurde Ameisenäther zugefügt, einige Zeit stehen gelassen und dann mit Wasser durchgeschüttelt, in welches reichlich eine organische Natriumverbindung einging; diese wässerige Lösung, von der Toluolschicht getrennt, gab auf Zusatz von Essigsäure eine starke ölige Fällung, die allmählig erstarrte und nach ihren Reaktionen, namentlich nach der intensiven Violettfärbung mit Eisenchlorid, der gesuchte Ketoaldehyd sein musste. Noch bessere Resultate wurden bei gleichzeitiger Einwirkung von Natrium auf eine ätherische Lösung von Campher und Ameisenäther erhalten: nach mehrfachen Versuchen sind wir bei dem folgenden Verfahren stehen geblieben, nach welchem man sich in wenigen Tagen und ziemlich mühelos beliebige Quantitäten der neuen Verbindung darstellen kann.

Je 100 gr Campher werden in einem mit Rückflusskühler verbundenen Kolben in 400 cc absoluten Aethers gelöst und 15.2 gr drahtförmiges Natrium dem mit Eiswasser gut gekühlten Kolbeninhalt zugefügt. Unter fortgesetzter Eiskühlung lässt man dann 52 cc Ameisenäther (oder zweckmässiger noch 90 cc Amylformiat) in kleinen Portionen zu-

1) Zeitschrift für Chemie 1867, 71. Vergl. auch Beckmann, Berichte der Deutschen chem. Gesellsch. XXII, 912.

fliessen, mit der Vorsicht, dass man die auf jeden Zusatz eintretende Reaktion erst vorübergehen lässt, ehe man neuen Ameisenäther zugiebt. Die Operation nimmt ungefähr eine halbe Stunde in Anspruch, und die Mischung ist dann in einen Brei verwandelt, den man vor weiterer Verarbeitung zweckmässig noch ein paar Stunden stehen lässt. Nach Ablauf dieser Zeit giesst man ein halbes Liter Wasser hinzu, schüttelt gut durch und trennt die wässigere Lösung von der aufschwimmenden ätherischen Schichte. Um Campher und Borneol völlig zu entfernen, wird die wässerige Lösung nochmals mit Aether ausgeschüttelt und dann ein Luftstrom durchgeleitet, um den Aether vollends zu verjagen. Kühlt man jetzt mit Eiswasser ab und fügt Essigsäure zu, so scheidet sich der Formylcampher als ein bald krystallinisch erstarrendes Oel ab. Abfiltrirt, mit Wasser gewaschen und auf Tellern getrocknet, ist die Verbindung so gut wie rein und kann ohne Weiteres zur Darstellung von Derivaten benutzt werden. Aus 100 gr Campher erhält man 50 gr Formylcampher oder 80 Prozent der theoretischen Ausbeute, wenn man sich die Umsetzung in folgender Weise verlaufend denkt:



Von dem so erhaltenen Produkte wurde für die Analyse ein Theil durch Lösen in der berechneten Menge Normalnatronlauge und Wiederausfällen mit Kohlensäure, ein anderer durch Destillation im Vakuum gereinigt. Wie fast bei allen Ketoaldehyden, ergab auch hier die Analyse eine Spur Kohlenstoff weniger als die Theorie erfordert:

1) 0.3086 gr gaben 0.8255 CO_2 und 0.2533 H_2O;
2) 0.1448 gr gaben 0.3872 CO_2 und 0.1199 H_2O.

Berechnet für $C_{11} H_{16} O_2$		Gefunden	
C	73.33	72.95	72.93
H	8.89	9.12	9.20

Eigenschaften des Formylcamphers.

Die neue Verbindung bildet eine farblose krystallinische Masse von ähnlichem aber schwächerem Geruche wie Campher. Ganz rein schmilzt sie bei 76—78°, doch drücken Spuren von Verunreinigungen und anhaftendem Oel den Schmelzpunkt ganz erheblich, bis auf 72° oder noch stärker, herab. In Alkohol, Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol und Eisessig ist der Formylcampher leicht löslich; von Ligroin wird er in der Kälte wenig, beim Erhitzen ziemlich reichlich gelöst. In kaltem Wasser ist er kaum, in siedendem etwas löslich und scheidet sich beim Erkalten erst als milchige Trübung, dann in kleinen Kryställchen ab. — In der Hitze zeigt der Formylcampher eine unerwartete Beständigkeit; ganz gegen unser Erwarten, dass sich der Körper dabei analog anderen Formylverbindungen unter Abspaltung von Kohlenoxyd zerlegen werde, siedet er selbst unter gewöhnlichem Drucke fast ohne Zersetzung bei 240—243° (Thermometer bis 130° im Dampf); unter vermindertem Druck, 28 mm, wurde der Siedepunkt bei 138° beobachtet. Das Destillat, vollkommen farblos, wenn die Destillation im Vacuum ausgeführt wurde, erstarrt sofort wieder zu einer krystallinischen Masse. — Bei längerem Aufbewahren erleidet der Formylcampher eine eigenthümliche Veränderung, indem er zu einer gelblichen, zähen, teigartigen Masse zergeht; bei Präparaten, welche in zugeschmolzenen Gefässen aufbewahrt wurden, trat eine solche Veränderung nicht ein, es scheint also der Sauerstoff oder die Feuchtigkeit der Luft dabei eine Rolle zu spielen. Umwandlungen ähnlicher Art wurden übrigens auch bei anderen analog constituirten Ketoaldehyden beobachtet.

Chemisches Verhalten.

Der Formylcampher verhält sich wie eine ziemlich starke Säure; von verdünnten kaustischen Alkalien und Ammoniak wird er leicht und ohne Färbung gelöst; auch in kohlensaurem Natron ist er stark löslich und wird daher aus der alkalischen Lösung durch Kohlensäure nur langsam wieder abgeschieden. Auf Einleiten von Ammoniak in die ätherische Lösung scheidet sich ein weisses Ammoniaksalz ab, das indess wenig beständig ist und an der Luft bald zerfliesst. Aus den Acetaten vieler Schwermetalle treibt der Formylcampher Essigsäure aus und bildet Metallsalze, welche meist in Wasser unlöslich sind; aus der mit Natriumacetat versetzten alkoholischen Lösung fällen Chlorzink, Quecksilberchlorid und Bleiessig weisse Niederschläge; Nickelchlorid bewirkt unter den gleichen Umständen eine hellgrüne, Mangansulfat eine weisslichgelbe Fällung; auf Zusatz von Mercuronitrat scheidet sich sofort metallisches Quecksilber ab. Eisenvitriol fällt aus der mit Natriumacetat versetzten alkoholischen Lösung ein rothgelbes Eisenoxydulsalz, welches sich durch Oxydation bald dunkler roth färbt; ohne Zusatz des Natriumacetats wird weder Fällung noch Färbung bewirkt[1]). Aeusserst charakteristisch ist das Verhalten gegen Eisenchlorid; eine kleine Menge davon ruft in der alkoholischen Lösung eine intensive dunkelrothviolette Färbung hervor (ganz ähnlich der einer concentrirten Lösung von Kaliumpermanganat), welche auf Zusatz von mehr Eisenchlorid in eine dunkelblauviolette und schliesslich fast rein blaue Färbung übergeht. Aus der zuvor mit Natriumacetat versetzten alkoholischen Lösung scheidet sich auf Zufügen des Eisenchlorids nach kurzem Stehen ein schön krystallinisches, fast schwarzes

1) Im Gegensatz zu den Ketonoxaläthern und dem Oxalessigäther, deren alkoholische Lösung auch durch Eisenvitriol allein intensiv violett gefärbt wird.

Eisenoxydsalz ab. Dasselbe ist in Wasser unlöslich, während es von Alkohol, Aether, Benzol und Chloroform mit tiefdunkelkirschrother Farbe gelöst wird; auf Zusatz von wenig Salzsäure wird die alkoholische Lösung dieses Salzes zunächst blauviolett, durch mehr Salzsäure verschwindet die Farbe vollständig und die Lösung wird hellgelb.

Das Zinksalz scheidet sich auf Zufügen von wässerigem Zinkacetat zu der alkoholischen Lösung des Formylcamphers als voluminöser weisser Niederschlag ab. Gleich dem Eisensalz ist es in Wasser nur wenig, in organischen Lösungsmitteln — Alkohol, Benzol, Chloroform, selbst Ligroin — sehr leicht löslich. Suspendirt man das Salz in Wasser und schüttelt mit Aether, so klärt sich die Flüssigkeit, indem das Salz von dem Aether aufgenommen wird.

Silbernitrat fällt aus der wässerigen Lösung des Natriumsalzes ein voluminöses weisses Silbersalz, welches sich aber schon nach kurzem Stehen, sofort beim Erhitzen, braun und schwarz färbt. Versetzt man eine alkoholische Lösung des Formylcamphers erst mit ammoniakalischem Silbernitrat, dann mit etwas Silbernitrat und erwärmt gelinde, so setzt sich das reducirte Silber als schöner Spiegel an den Wandungen an.

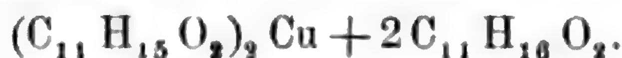
Eingehender untersucht wurde nur das Kupfersalz, dessen Zusammensetzung übrigens eine andere ist als die von den Kupfersalzen der bisher studirten Ketoaldehyde. Wenn eine concentrirte methylalkoholische Lösung des Formylcamphers (1 Molekül) mit wässerigem Kupferacetat (2 Molekülen) versetzt wird, so tritt dunkelgrüne Färbung ein und nach einigem Stehen scheidet sich ein zeisiggrünes, krystallinisches Salz ab (das Kupferacetat darf nicht im Ueberschuss angewendet werden, da sonst ein anderes Salz in dunkelgrünen öligen Tropfen ausfällt, welche kaum zum Erstarren zu bringen sind). Das Kupfersalz wurde aus siedendem Ligroin umkrystallisirt, worin es sich in der Hitze leicht mit braun-

grüner Farbe auflöst und beim Erkalten in schönen seideglänzenden Prismen und Nadeln auskrystallisirt. So gereinigt schmolz das Salz bei 126° und gab bei der Analyse die folgenden Zahlen:

1) 0.2991 gr gaben 0.7326 CO_2 und 0.2137 H_2O
2) 0.2171 gr gaben 0.5345 CO_2 und 0.1564 H_2O

	Gefunden	
C	66.80	67.15
H	7.94	8.00

Diese Zahlen entsprechen nicht der Zusammensetzung des neutralen Salzes $(C_{11}H_{15}O_2)_2Cu$, sondern einer Doppelverbindung desselben mit 2 Molekülen Formylcampher



$$(C_{11}H_{15}O_2)_2Cu + 2\,C_{11}H_{16}O_2.$$

	Berechnet für $C_{22}H_{30}O_4Cu$	Berechnet für $C_{44}H_{62}O_8Cu$
C	62.71	67.60
H	7.13	7.94

Um hierüber Gewissheit zu erhalten, wurde das neutrale Salz durch Ausfällen einer wässerigen Lösung von Natrium-Formylcampher mit Kupferacetat dargestellt; man erhält es so als einen olivengrünen Niederschlag, welcher in den meisten organischen Lösungsmitteln, auch schon in kaltem Ligroin, äusserst leicht löslich ist und sich beim Verdunsten dieser Lösungen in öligen, nur langsam erstarrenden Tropfen abscheidet. Als nun dieses Salz, in Ligroin gelöst, mit einer concentrirten Lösung von Formylcampher in heissem Ligroin versetzt wurde, erstarrte die Mischung sofort zu einem Magma hellgrüner Nädelchen, welche wie jenes erstbeschriebene Salz bei 126° schmolzen und dieselbe Zusammensetzung besassen, wie die folgenden Analysen zeigen:

1) 0.2065 gr gaben 0.5095 CO_2 und 0.1476 H_2O;
2) 0.1956 gr gaben 0.4825 CO_2 und 0.1400 H_2O;
3) 0.2922 gr gaben 0.0285 CuO

	Gefunden		Berechnet für $C_{44}H_{62}O_8Cu$
C	67.29	67.28	67.60
H	7.94	7.95	7.94
Cu	7.78	—	8.07

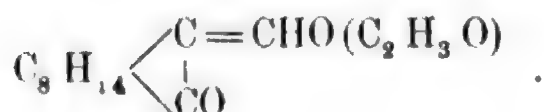
Von concentrirter Natriumbisulfitlösung wird der Formylcampher beim Erwärmen reichlich gelöst; die klare Mischung erstarrt beim Erkalten zu einer weissen krystallinischen Masse, welche sich auf Zufügen von Wasser klar auflöst. Schwefelsäure scheidet aus dieser Lösung nichts ab, die gebildete Oxysulfonsäure scheint also ziemlich beständig zu sein. Die Doppelverbindung ist, im Gegensatz zu anderen analogen Aldehydverbindungen, in organischen Lösungsmitteln, Alkohol und selbst warmem Benzol, leicht löslich; aus der Benzollösung wird sie durch Ligroin krystallinisch gefällt. Die wässerige Lösung giebt mit Eisenchlorid zunächst nur eine Gelbfärbung, erst nach einigem Stehen tritt die für den Formylcampher charakteristische Violettfärbung ein.

Aus der alkalischen Lösung des Formylcamphers wird durch Brom eine weisse bromhaltige Verbindung gefällt, welche in Alkalien unlöslich ist und bisher noch nicht weiter untersucht wurde. — Eine wässerige Lösung von Fuchsin, mit Formylcampher unter Zusatz von etwas Salzsäure gekocht, nimmt eine prächtig dunkelblaue Färbung an.

Gegen Alkalien ist der Formylcampher recht beständig. Eine Lösung desselben in Normalnatronlauge konnte ohne erhebliche Veränderung mehrere Stunden gekocht werden; erst beim Erhitzen einer solchen Lösung im geschlossenen Rohr auf 150° fand partielle Spaltung in Campher und ameisensaures Alkali statt.

Derivate des Formylcamphers.

1) Acetylverbindung



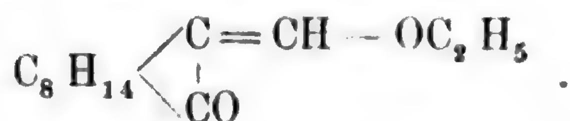
Dieselbe bildet sich, wenn Formylcampher (1 Molekül) mit Essigsäureanhydrid (1 Molekül) einige Stunden im geschlossenen Rohr auf 150° erhitzt wird. Der flüssige Rohrinhalt wurde im Vakuum (26 mm Druck) destillirt; zuerst ging Essigsäure über, dann stieg das Thermometer rasch auf 175° und ziemlich die ganze Menge siedete zwischen 175 und 177°. Das Destillat erstarrte zu einer weissen krystallinischen Masse, welche nach Absaugen des wenigen anhaftenden Oels bei 60—62° schmolz. Die Analyse zeigte, dass ein Monacetylderivat $C_{11}H_{15}O_2(C_2H_3O)$ entstanden war:

1) 0.2564 gr gaben 0.6559 CO_2 und 0.192 H_2O;
2) 0.1962 gr gaben 0.503 CO_2 und 0.1497 H_2O;
3) 0.1827 gr gaben 0.4694 CO_2 und 0.1346 H_2O.

	Gefunden			Berechnet für $C_{13}H_{16}O_3$
C	69.77	69.92	70.07	70.27
H	8.32	8.48	8.18	8.11

Der Körper unterscheidet sich vom Formylcampher namentlich dadurch, dass er in alkoholischer Lösung mit Eisenchlorid keine Färbung giebt; erst bei längerem Stehen oder rascher beim Kochen tritt Violettfärbung ein, indem die Verbindung zum Theil wieder in ihre Componenten zerfällt. In kalter verdünnter Natronlauge ist die Substanz unlöslich, von kochender wird sie, auch hier natürlich unter Verseifung, ziemlich rasch gelöst.

2) Aethylderivat



Zu einer Lösung von 1.2 gr Natrium in 20 gr absoluten Alkohols wurden 9 gr Formylcampher in concentrirt alkoholischer Lösung zugegeben, worauf die Mischung zu einem festen Brei des Natriumsalzes erstarrte. Nach Zufügen von 12 gr Jodaethyl wurde auf dem Wasserbade am Rückflusskühler so lange gekocht, bis (nach 3—4 Stunden) neutrale Reaktion eingetreten war. Der Alkohol wurde hierauf abdestillirt, die Aethylverbindung aus dem Rückstande durch Wasserzusatz ausgefällt und das ausgeschiedene Oel mit Aether aufgenommen. Das Produkt konnte durch Rektifiziren unter gewöhnlichem Drucke gereinigt werden und ergab bei der Analyse folgende Zahlen, welche etwas niedriger sind als die theoretisch erforderten, da auch bei sorgfältig geleiteter Analyse eine Spur der Substanz sich der Verbrennung entzieht:

0.1541 gr gaben 0.4200 CO_2 und 0.1335 H_2O

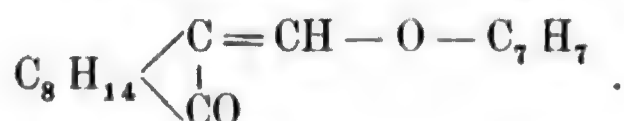
	Gefunden	Berechnet für $C_{13}H_{20}O_2$
C	74.33	75.00
H	9.62	9.62

Die Aethylverbindung ist ein farbloses, in Wasser und in verdünnten Alkalien unlösliches Oel, welches unter gewöhnlichem Drucke bei 266—268° siedet (Thermometer bis 145° im Dampf) und dessen spezifisches Gewicht bei 15° 1.006 beträgt. Die Substanz verhält sich gegen Eisenchlorid wie die Acetverbindung; in alkoholischer Lösung giebt sie direkt damit keine Färbung, nach einigem Stehen tritt aber deutliche Violettfärbung ein. Es beruht dies darauf, dass durch die im Eisenchlorid enthaltene Salzsäure theilweise Rückspaltung in Formylcampher und Aethylalkohol bewirkt

wird; die Färbung tritt dementsprechend nicht ein, wenn man statt des Eisenchlorids essigsaures Eisenoxyd, d. h. eine Mischung von Eisenchlorid und Natriumacetat, anwendet.

Der in theoretischer Hinsicht wichtige Nachweis, dass durch Halogenwasserstoffsäuren in der That eine solche Entäthylirung und Rückbildung von Formylcampher bewirkt wird, konnte leicht durch folgenden Versuch erbracht werden. 9 gr der Aethylverbindung wurden in einer Stöpselflasche mit überschüssiger rauchender Bromwasserstoffsäure unter öfterem Umschütteln 12 Stunden lang stehen gelassen; alsdann wurde in Eiswasser gegossen, das ausgeschiedene Oel mit Aether aufgenommen und diese ätherische Lösung mit verdünnter Natronlauge ausgeschüttelt. Der alkalische Auszug gab auf Zusatz von Essigsäure eine reichliche ölige Fällung, welche bald erstarrte und sich durch ihren Schmelzpunkt (74—78°) wie durch die intensive Violettfärbung mit Alkohol und Eisenchlorid als Formylcampher zu erkennen gab. Die Menge desselben betrug 5.3 gr, ein Beweis, dass nahezu vollständige Spaltung der Aethylverbindung eingetreten war.

3) Benzylverbindung

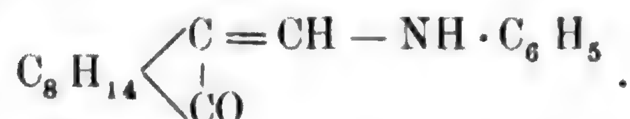


Dieselbe kann leicht nach demselben Verfahren wie die Aethylverbindung erhalten werden. Sie siedet unter einem Drucke von 16 mm bei 222—224° und erstarrt, wenn rein, zu einer weissen krystallinischen Masse, welche bei 45—46° schmilzt. In ihrem Verhalten stimmt sie ganz mit dem Aethylderivat überein.

0.2921 gr gaben 0.8524 CO_2 und 0.2145 H_2O

	Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{22}O_2$
C	79.59	80.00
H	8.16	8.15

4) Anilid des Formylcamphers



Kann leicht und in reichlicher Menge erhalten werden, indem man zu einer concentrirten Lösung von Formylcampher in Methylalcohol die aequivalente Menge Anilin (letzteres in 30 prozentiger Essigsäure gelöst) zufügt. Die Mischung erwärmt sich und nach dem Erkalten scheidet sich das Anilid als krystallinisches Pulver ab. Die Reaktion verläuft sehr glatt; aus 5 gr Formylcampher wurden 6.3 gr Anilid, also gegen 90 Prozent der theoretischen Ausbeute erhalten. Zur Reinigung wurde das Produkt in wenig Chloroform gelöst und mit Ligroin wieder ausgefällt; für die Analyse wurde ein Theil noch aus Weingeist umkrystallisirt.

1) 0.3174 gr gaben 0.9323 gr CO_2 und 0.2418 gr H_2O
2) 0.2578 gr gaben 12.9 cc Stickstoff bei 15° u. 714,5 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{17}H_{21}NO$
C	80.11	80.00
H	8.46	8.24
N	5.50	5.49

Das Anilid krystallisirt in glänzenden kurzen farblosen Prismen, welche, wenn völlig rein, bei 156—159° schmelzen; ungenügend gereinigte Produkte schmelzen erheblich niedriger, in der Regel schon bei 153—155°. Das Anilid ist unlöslich in Wasser und verdünnten Alkalien, leichtlöslich in Alkohol und Chloroform, schwerlöslich in kaltem Ligroin. Verdünntere alkoholische Lösungen werden durch Eisenchlorid nicht gefärbt, in concentrirten wird durch dieses Reagens eine schöne Grünfärbung hervorgerufen.

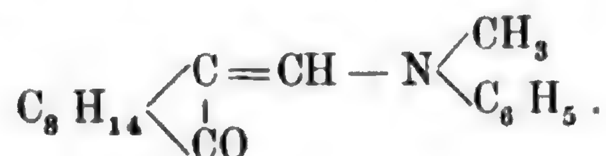
Wie schon in der Einleitung erwähnt, kann dieses Anilid, obgleich schwieriger, auch aus der Aethylverbindung des Formylcamphers erhalten werden. 10 gr der letzteren

wurden mit 7 gr Anilin in einem mit aufsteigendem Glasrohr verbundenen Kölbchen 4 Stunden lang gekocht; die entweichenden Alkoholdämpfe konnten in vorgelegtem Wasser verdichtet und hier durch die Jodoformreaktion nachgewiesen werden. Nach dem Erkalten wurde das dunkelgefärbte Oel in Wasser gegossen, mit Aether aufgenommen und diese ätherische Lösung, um unzersetztes Anilin zu entfernen, mit verdünnter Schwefelsäure ausgeschüttelt. Nach Verdunsten des Aethers wurde der Rückstand in Chloroform gelöst und mit Ligroin versetzt, wobei sich das Anilid als krystallinisches Pulver abschied; durch Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol konnte der anfänglich bei 153—155° liegende Schmelzpunkt auf 157—159° erhöht werden. In Eigenschaften und Zusammensetzung erwies sich die Verbindung mit dem Anilid als vollkommen identisch.

1) 0.122 gr gaben 0.3564 gr CO_2 und 0.0923 gr H_2O;
2) 0.2912 gr gaben 14.8 cc Stickstoff bei 10° u. 718 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{17}H_{21}NO$
C	79.67	80.00
H	8.40	8.24
N	5.74	5.49

5) Methylanilid des Formylcamphers



Zur Darstellung dieser Verbindung wurde ebenso wie bei dem Anilid verfahren, doch schied sich diesmal der Körper nicht direkt ab, sondern erst nachdem ein Theil des Methylalcohols über Schwefelsäure abgedunstet worden war. Das krystallinische Rohprodukt, dessen Menge etwa 74 Prozent der theoretischen Ausbeute entsprach, wurde durch Lösen in Chloroform und Ausfällen mit Ligroin gereinigt.

1) 0.1455 gr gaben 0.4293 CO_2 und 0.1134 H_2O;
2) 0.2366 gr gaben 11.1 cc. bei 12° und 726 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{23}NO$
C	80.47	80.30
H	8.66	8.55
N	5.31	5.20

Das Methylanilid schmilzt bei 124°. Aus einer langsam verdunstenden Mischung von Chloroform und Ligroin krystallisirt es in prachtvollen diamantglänzenden compakten Krystallen, welche Herr Schmelcher in Herrn Professor Groths Laboratorium zu messen die Freundlichkeit hatte:

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0.792 : 1 : 0.7535$$

Beobachtete Formen:

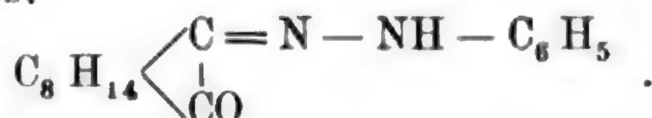
$0 = (111)\,P$, $m = (110)\,\infty P$, $n = (120)\,\infty P_2$, $b = (010)\,\infty \breve{P}\,\infty$, $r = (101)\,\bar{P}\,\infty$

	beobachtet	berechnet
$0 : 0 = (111) : (111) =$	*57° 15½	—
$0 : 0' = (111) : (\bar{1}11) =$	*74° 27¼	—
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	39° 32	39° 29½
$n : b = (120) : (010) =$	32° 22	32° 15¾

Optische Axenebene (010).

In Alkohol, Aether und Chloroform ist das Methylanilid leicht, in Ligroin schwer, in Wasser und Alkalien unlöslich. Die concentrirte alkoholische Lösung wird durch Eisenchlorid grün gefärbt.

6) Einwirkung von Diazobenzolchlorid auf Natrium-Formylcampher; Monohydrazon des Campherchinons:



$$C_8H_{14}\left\langle\begin{matrix} C = N - NH - C_6H_5 \\ | \\ CO \end{matrix}\right. .$$

Zu einer Lösung von Formylcampher in der aequivalenten

Menge Normalnatronlauge wurde unter Eiskühlung eine Lösung von Diazobenzolchlorid allmählig und so lange zugefügt, als dadurch noch eine canariengelbe ölige Fällung entstand. Die Menge verbrauchten Diazobenzolchlorids entsprach annähernd einem Molekül auf ein Molekül angewandten Formylcamphers. Das am Boden angesammelte Oel wurde mit Aether aufgenommen, die ätherische Lösung mit Wasser gewaschen und der Aether verdunstet; der Rückstand erstarrte allmählig zu gelben Kryställchen, welche durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol gereinigt wurden. Die Substanz bildete dann kleine orangegelbe Prismen vom Schmelzpunkt 169—170°; sie war unlöslich in verdünnten Alkalien, leichtlöslich in Alkohol, Aether und Chloroform; in alkoholischer Lösung gab sie mit Eisenchlorid keine Färbung. Diese Eigenschaften sowie die folgenden Analysen lassen erkennen, dass das schon von Manasse auf anderem Wege dargestellte Monohydrazon des Campherchinons vorlag:

1) 0.1764 gr gaben 0.4836 CO_2 und 0.1255 H_2O;
2) 0.2744 gr gaben 28 ccm N bei 23° und 718 mm.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{20}N_2O$
C	74.77	75.00
H	7.91	7.81
N	10.84	10.94

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Januar bis Juni 1890.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. u. histor. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1890 Bd. I. Heft III verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Aargauische Naturforschende Gesellschaft in Aarau:

Mittheilungen. Heft 5. 1889. 8⁰.

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. XII. 1889. 8⁰.

State Museum of natural history in Albany.

42th annual Report for the year 1888. 1889. 8⁰.

Peabody Institute in Baltimore:

Catalogue of the Library. Part. IV. M—R. 1889. 4⁰.
23d annual Report. June 5. 1890. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. XII. Nr. 1. 2. and Index to Vol. I—X. 1889—90. 4⁰.
American Chemical Journal. Vol. 11. Nr. 6. 7. 1889. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Theil VIII. Heft 3. 1890. 8⁰.

Magnetical and Meteorological Observatory in Batavia:

Observations. Vol. XI. 1889. Fol.
Rainfall 1888. 1889. 8⁰.

Geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin:

Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen. Bd. X, 2. 1890. 4⁰.
Abhandlungen der K. preuss. geol. Landesanstalt. N. F. Heft 1. 1889. 4⁰.
Jahrbuch für das Jahr 1888. 1889. 8⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 22. Jahrg. Nr. 17, 18. 23. Jahrg. Nr. 1—10. 1889/90. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 41. Heft 3. 1890. 8⁰.

Medicinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. XX. 1890. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Fortschritte der Physik. 39. Jahrg. Abth. 1—3. 1889. 8⁰.
Verhandlungen im Jahre 1889. 8. Jahrg. 1890. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie. Bd. III. 1889. Nr. 19—26. Bd. IV. 1890. Nr. 1—4. 8⁰.
Verhandlungen 1889—1890. Nr. 2—12. 8⁰.

K. technische Hochschule in Berlin:

Rückblicke auf die baukünstlerischen Principien Schinkels u. Böttichers von E. Jacobsthal. 1890. gr. 8⁰.

K. Preussisches Meteorologisches Institut in Berlin:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1889. Heft 2. 1890. fol.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in den preuss. Staaten in Berlin:

Gartenflora. Zeitschrift. 38. Jahrg. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Wochenschrift 1889 Nr. 37—40. 1890 Nr. 1—22. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 9. Jahrg. 1889. Heft 12. 10. Jahrg. 1890. Heft 1—6. gr. 8⁰.

Gewerbeschule in Bistritz:

XV. Jahresbericht für das Jahr 1889/90. 1889. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1889 Nr. 22—24. 1890 Nr. 5, 6. 8⁰.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXIII, part 2. 1888. 8⁰.

Society of natural history in Boston:

Proceedings. Vol. XXIV. Nr. 1. 2. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. XI. Heft 2. 1890. 8⁰.
Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens des Vereins. 1889. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. 27. 1888. 1889. 8⁰.
VII. Bericht der meteorologischen Commission. Jahrg. 1887. 1889. 8⁰.

Académie royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. IV. Sér. Tom. III. Nr. 11. Tom. IV. Nr. 1—5. 1889/90. 8⁰.
Mémoires couronnés. Collection en 8⁰. Tom. IX. fasc. 2, 3. Tom. X. fasc. 1. 1889/90. 8⁰.

Société entomologique in Brüssel:

Annales. Tom. XXXII. 1888. 8⁰.

K. ungarische geologische Anstalt in Budapest:

Földtani Közlöny. Band XIX, Heft 11, 12. Band XX, Heft 1—4. 1889/90. 8⁰.
Evkönyve (Jahrbuch). Bd. IX. Heft 1. 1890. 8⁰.
Erläuterungen zur geolog. Specialkarte. Blatt Zone 17. Col. XIX (deutsch und ungarisch). 1890. 8⁰.
Jahresbericht für 1888. 1890. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. IX, Heft 1. 1890. 8⁰.
2 geol. Karten, Umgebung von Torda und Umgebung von Zilah nebst erläut. Text in deutscher und ungarischer Sprache zur ersteren dieser 2 Karten. 1890. 4⁰.

Museo nacional in Buenos Aires:

Hermann Burmeister, Die fossilen Pferde. Nachtragsbericht. 1889. fol.
Anales. Entrega XVI. 1890. Fol.

Oficina meteorologica Argentina in Buenos Aires:

Anales. Vol. VII. 1889. 4⁰.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta

Report on the Meteorology of India in 1887, by John Eliot. XIII. year. 1889. Fol.
Indian Meteorological Memoirs. Vol. III part 3, 4. Vol. IV. part 5. 1888. Fol.
Meteorological Observations at Simla. Vol. II. London 1877. 4⁰.
Report of the Administration 1887—1888. Fol.
Weather Charts of the Arabian Sea and the adjacent portion of the North Indian Ocean. 1888. Fol.

Geological Museum in Calcutta:

Records. Vol. XXII, part 4. 1889. 4⁰.

Geological Survey of India in Calcutta:

A Bibliography of Indian Geology by R. D. Oldham. 1888. 8°.
Records. Vol. XXIII, part 1. 1890. 4°.

Observatory in Cambridge:

Astronomical Observations. Vol. XXII. 1890. 4°.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VII, part I. 1890. 8°.

Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass.:

Annual Report for 1888—89. 1889. 8°.
Bulletin. Vol. XVI. Nr. 6, 7, 8. Vol. XVII. Nr. 6. Vol. XIX. Nr. 1, 2, 3, 4. 1889/90. 8°.
Memoirs. Vol. XVI, part 3. XVII, part 1. 1890. 4°.

Astronomical Observatory at Harvard College in Cambridge, Mass.:

44 th annual Report. 1890. 8°.
Annals. Vol. XVIII. Nr. 10. Vol. XXI. part 1. Vol. XXII. 1889. 4°.

Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Atti. Serie IV. Vol. 1. 1888—89. 4°.
Bullettino mensile 1889 fasc. 9, 10. 1890 fasc. 11, 12. 8°.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1888. I. Hälfte. 1889. Fol.
1. und 2. vorläufige Mittheilung aus den Jahrbüchern. 1890. 4°.

Editorial Committee in Christiania:

The Norwegian North Atlantic-Expedition 1876—1878. XIX. Actinida by D. C. Danielssen. 1890. Fol.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung 1889 Nr. 92—104. 1890 Nr. 2—49. Fol.

Iowa Weather Service in Des Moines, Iowa:

Report 1878, 1879, 1880, 1882, 1883, 1884, 1885, 1887. 1888—89. 8°.

Royal College of Physicians in Edinburgh:

Reports from the Laboratory. Vol. II. 1890. 8°.

Royal Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1888—89. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

74. Jahresbericht für 1888/89. 1890. 8°.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. 4. Serie. Vol. XII. disp. 4. Vol. XIII. 1889/90. 8°.

R. Istituto di studi superiori in Florenz:

Archivio della scuola d'anatomia patologica. Vol. III. IV. 1885—86. 8⁰.
Fano (Giulio), Sui movimenti volontari nella testuggine palustre. 1884. gr. 8⁰.
Roiti e Pasqualini, Osservazioni sull' elettricità. Memoria II. 1885. gr. 8⁰.
Magrini (Franco), Osservazioni sull' elettricità. 1888. gr. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Bericht 1889. 8⁰.
Abhandlungen. Bd. XVI. Heft 1. 1890. 4⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für d. J. 1887—1888. 1889. 8⁰.
Desgl. " " " 1888—1889. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a. O.:

Monatl. Mittheilungen a. d. Gesammtgebiete d. Naturwissenschaften 7. Jahrg. Nr. 6—11. 1889—90. 8⁰.
Societatum Litterae. 3. Jahrg. Nr. 10—12. 1889. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXX. partie 2. 1889—90. 4⁰.

Kruidkundig Genootschap Dodonaea in Gent:

Botanisch Jaarboek. II. Jaarg. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Greifswald:

Mittheilungen. 21. Jahrg. 1889. Berlin 1890. 8⁰.

Musée Teyler in Harlem:

Archives. Serie II. Vol. III. partie 4. 1890. 4⁰.
Catalogue de la bibliothèque par C. Ekama. Vol. II. livr. 1—3. 1889. 8⁰.

Nova Scotia Institute of natural Science in Halifax, Nova Scotia:

Proceedings and Transactions. Vol. VII. part 3. 1889. 8⁰.

Kaiserlich Leopoldin. Carolin. D. Akademie der Naturforscher in Halle a. S.:

Nova Acta. Bd. 52. 53. 1888—1889. 4⁰.
Katalog der Bibliothek. Lief. 2. 1889. 8⁰.
Leopoldina. Heft XXV. Nr. 19—24. Heft XXVI. Nr. 1—10. 1889—90. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 62. Heft 3—6. 1889. 8⁰.

Mathematische Gesellschaft in Hamburg:

Festschrift zu ihrem 20 jährigen Jubelfeste 1890. II. Theil. Leipzig 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg:

Abhandlungen. Bd. XI. Heft 1. 1889. 4⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Hannover:

38. und 39. Jahresbericht. 1890. 8⁰.

Universität in Heidelberg:

Ueber die verschiedenen Beziehungen äusserer Kräfte zur Gestaltung der Pflanze. Akademische Rede v. Ernst Pfitzer. 1889. 4⁰.

Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Meddelanden. Heft XV. 1888—89. 8⁰.
Acta Societatis. Vol. V. pars 1. 1888. 8⁰.
Notae conspectus Florae Fennicae, auctore Hjalmar Hjelt. 1888 8⁰.
Herbarium musei Fennici. Editio II. Pars 1. 1889. 8⁰.

Société de géographie de Finlande in Helsingfors:

Fennia. Bulletin de la société de géographie de Finlande. Nr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. 39. Jahrgang. 1889. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Innsbruck:

Berichte. XVIII. Jahrg. 1888/89. 8.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XXIV. Heft 1. 2. 3. 1889/90. 8⁰.

Section médicale de la Société des Sciences expérimentales in Kharkow:

Trudy, 1889. Heft 1—3. 1890. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1888. Heft X—XII. Berlin 1890. 4⁰.

Naturhistorisches Landes-Museum in Klagenfurt:

Jahrbuch, Heft 19. 20. 1888—89. 8⁰.
Jahresbericht des naturhist. Landesmuseums 1888. kl. 8⁰.
Bericht über die Wirksamkeit des naturhistor. Landesmuseums im Jahr 1886. kl. 8.
Diagramme. Witterungsjahr 1887. 1888. 1889. kl. Fol.

Aerztliche naturwissenschaftliche Gesellschaft in Klausenburg:

Orvos-természettudományi Értesitó (Nachrichtenblatt). 6 Hefte. 1889. 8⁰.
Értesitó. Zeitschrift. 4 Hefte. 1890. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. Mathemat. Afd. V, 1. 2. 1889. 4⁰.
— Naturvid. Afd. Bd. VI. Nr. 1. 1890. 4⁰.

Botanischer Verein in Landshut:

11. Bericht 1888—89. 1889. 8⁰.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3. Série. Vol. XXV. Nr. 100. 1889. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil VIII. Heft 4. Theil IX. Heft 1. 1890. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Register zu Jahrgang 1846—1885 der Berichte und Bd. I—XII der Abh. der math.-phys. Klasse. 1889. 8.
Abhandlungen der math.-phys. Klasse. Bd. XV. Nr. 7-9. 1889. 4⁰.
Berichte der math.-phys. Klasse. Nr. II—IV. 1890. 8⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. Folge. Bd. 40. Heft 11. Bd. 41. Heft 1—11. 1889/90. 8⁰.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XII, part III, Nr. 83. 1889. 8⁰.
List of Members. July 1889. 8⁰.

H. M. Stationery Office in London:

Report on the scientific Results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger. Physiks and Chemistry. Vol. II. 1889. 4⁰.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 50. Nr. 2—7. 1889/90. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal. Supplementary-No. of 1889 and No. 326—331. Jan.—June 1890. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings. Nr. 71—79. Session 1889—90. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal of the geological Society. Vol. XLV, part 1—4. 1889. 8⁰.
List of Members. Nov. 1st, 1889. 8⁰.

Medical and chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. 72. 1889. 8°.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. 1889 December. 1890 January, February, March. 8°.

Zoological Society in London:

Transactions. Vol. XII. part 10. 1889. 4°.
Proceedings. 1889 part 4. 1890. 8°.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 41. Nr. 1049. 1051—54. 1056—1069. Vol. 42. Nr. 1070—75. 1889/90. 4°.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XVII. livr. 1. 1890. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht und Abhandlungen 1888. 1889. 8°.

Victorian Institute of Engineers in Melbourne:

Rules for electrical Installations. 1889. 8°.

Public Library of Victoria in Melbourne:

Prodromus of the Zoology of Victoria, by Frederick McCoy. 1889. 8°.

Observatorio meteórologico-magnético central de Mexico:

Boletin mensual. Tom. II. Nr. 1—4. 1889. 4°.

Sociedad cientifica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memorias. Tom. III. cuad. 1—6. 1889. 8°.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Serie II. Tom. I. cuad. 6. 1889. Fol.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Mexico:

Mittheilungen. Bd. I. Heft I. 1890. Fol.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Ser. III. Vol. XIII. Anno XXIII. Fasc. 2. 1889. 8°.

Société impériale des naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1889 Nr. 3. 1890. 8°.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenz-Blatt. 20. Jahrg. Nr. 10 – 12. 1889. 21. Jahrgang Nr. 1—4. 1890. München. 8°.

K. bayer. Staatsministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten in München:

Geognostische Jahreshefte. II. Jahrg. 1889. Cassel. 4⁰.
Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse. Herausgegeben von dem Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden. Berlin 1889. Text u. Atlas in Fol.
Die internationale Polarforschung 1882—1883. Die deutschen Expeditionen und ihre Ergebnisse. Bd. II. Hamburg. 1890. 8⁰.

Société des sciences in Nancy:

Bulletin des séances. 1889 Nr. 2—5. 8⁰.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Rendiconto. Ser. II. Vol. III. Nr. 1—12. 1889. 4⁰.

Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. 38. part 4. 5. 1890. 8⁰.

American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science. 3. Ser. Vol. 38. Nr. 227. 228. Vol. 39. Nr. 229. 230. 231. 1889—90. 8⁰.

Astronomical Observatory of Yale University in New-Haven:

Transactions. Vol. I. part 2. 1889. 4⁰.
Report for the year 1888/89. 8⁰.

Academy of sciences in New-York:

Transactions. Vol. VIII. Nr. 5—8. Vol. IX. Nr. 1. 2. New-Haven 1889. 8⁰.
Annals. Vol. IV. Nr. 12. Vol. V. Nr. 1—3. 1889. 8⁰.

American Museum of Natural History in New-York:

Bulletin. Vol. I. Nr. 1—8. Vol. II. Nr. 1. 2. 1881—1889. 8⁰.
Annual Reports. 1870—1889. 17 Vols. 8⁰.

American Chemical Society in New-York:

Journal. Vol. VI. Nr. 5. 1884. Vol. VIII. Nr. 10. 1886. Vol. XII. Nr. 5. 1890. 8⁰.

American Geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XXI. No. 4 and Supplement, Vol. XXII. Nr. 1. 1889/90. 8⁰.

Neurussische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Tom. XIV. Heft 2. 1889. 8⁰.
Sapiski (mathematische Abtheilung). Tom. X. 1889. 8⁰.

Geological Survey of Canada in Ottawa:

Contributions to the micro-palaeontology of the Cambro-silurian rocks of Canada. Part. II. Montreal 1889. 8⁰.
Annual Report. (New Series.) Vol. III. part 1. 2. and Maps. Montreal 1889. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti. Vol. XI. Fasc. 2. 1889. 8°.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tom. III. 1889 fasc. 6. Tom. IV. 1890 1—4 gr. 8°.
Annuario 1890. Statuto della Società. 8°.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1889 Nr. 51. 52. 1890 Nr. 1—24. 8°.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 109 Nr. 26. 27. Tom. 110 Nr. 1—24. 1889/90. 4°.

Ministère de commerce, de l'industrie et des colonies in Paris:

Exposition universelle internationale de 1889. — Congrès international de bibliographie des sciences mathématiques. — Procès-verbal sommaire. 1889. 8°.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur. Livr. 577—582. Janvier — Juin 1890. gr. 8°.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. Tom. IX. Nr. 96. Tom. X. Nr. 97—108. 1889/90. 4°.

Société de géographie in Paris:

Compte rendu 1889 Nr. 15—17. 1890 Nr. 1—11. 8°.
Bulletin. VII. Ser. Tom. X. trim. 3. 4. 1889. 8°.

Société mathématique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XVII. Nr. 6. Tom. XVIII. Nr. 1. 2—4. 1889/90. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XIV. Nr. 10. Tom. XV. Nr. 1—5. 1889/90. 8°.
Mémoires pour l'année 1889. Tom. II. Nr. 4. 8°.

Accademia medico-chirurgica in Perugia:

Atti e rendiconti. Vol. II. fasc. 1. 1890. 8°.

Comité géologique in Petersburg:

Bibliothèque géologique de la Russie Nr. 5. 1889. 1890. 8°.
Bulletins. VIII. Nr. 6—8. 1889. 8°.
Mémoires. Vol. IX. Nr. 1. Vol. XI. Nr. 1. 1889. 4°.

Botanischer Garten in St. Petersburg:

Acta horti Petropolitani. Tom. XI. fasc. 1. 1890. 8°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der k. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XXI. Heft 9. Tom. XXII. Nr. 1—5. 1889/90. 8°.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1888. Th. I. II. 1889. 4⁰.
Repertorium für Meteorologie. Bd. XII. 1889. 4⁰.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings 1889, part III. 1890, part I. 1890. 8⁰.

American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 37th annual Meeting at San Francisco 1889. 8⁰.

Wagner Free Institute of Science in Philadelphia:

Transactions. Vol. II. 1889. 4⁰.

Journal of comparative medicine in Philadelphia:

Journal. Vol. XI. Nr. 1–6. 1890. 8⁰.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXVI. Nr. 130. 1889. 8⁰.
Transactions. New Ser. Vol. XVI. part III. 1890. 4⁰.

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Dictionary of Fossils. Vol. I. A—M. 1889. 8⁰.
Annual Report for 1887. Harrisburg. 1889. 8⁰.
South Mountain Sheets. C. 1, 2, 3, 4. D. 2, 3, 4, 5.
Southern Anthracite Atlas, part II. Eastern Middle Atlas, part III. Northern Anthracite Atlas, part V. 1890. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Memorie. Vol. X. 1889. 4⁰.
Atti. Processi verbali. Vol. VI. pag. 255—302. Vol. VII. pag. 1—80. 1889—90. gr. 8⁰.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. 7. Folge. Bd. 3. 1890. 4⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Časopis. Bd. XIX. Heft 2—5. 1888/90. 8⁰.

K. K. Sternwarte zu Prag:

Astronomische Beobachtungen in den Jahren 1885—1887. Appendix zum 46.—48. Jahrgang. 1890. 4⁰.

Sternwarte in Pulkowa:

Observations de Poulkowa. St. Petersburg 1889. Fol.
Ed. Lindemann, Photometrische Messung der Grössenklassen der Bonner Durchmusterung. St. Petersb. 1889. Fol.
Stern-Ephemeriden auf das Jahr 1890, v. W. Doellen. S. P. 1890. 8⁰.
Sammlung der Beobachtungen von Sternbedeckungen während der totalen Mondfinsterniss 28. Jan. 1888 von Otto Struve. S. P. 1889. 8⁰.

K. B. botanische Gesellschaft in Regensburg:

Denkschriften. Bd. VI. 1890. 4°.

Naturforscher-Verein zu Riga:

Arbeiten. Neue Folge. Heft 6. 1889. 8°.
Korrespondenzblatt. Heft XXXII. und Nachtrag zu Heft XXXI. 1889. 8°.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista do observatorio 1889 Nr. 12. 1890 Nr. 1—4. gr. 8°.

Observatorio meteorologico da repartição dos telegraphos do Brazil in Rio de Janeiro:

Boletins mensaes. Vol. I—III. Anno de 1886—88. 8°.

Brasilianische Regierung in Rio de Janeiro:

Relatorio annual da estação agronomica de Campinos em 1889 por F. W. Dafert. São Paulo 1890. Fol.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 41. 1887—88. Sessione I—VIII. Anno 42. Sessione I—III. 1888—89. 4°.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1889. Nr. 11. 12. 1890. 1—4. 8°.

Lick Observatory in Sacramento, California:

Reports on the observations of the total eclipse of the sun. 1889. 8°.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Jahre 1887/88. 1889. 8°.

Commissão geographica e geologica de São Paulo (Brasilien):

Boletim. Nr. 1—3. 1889. 8°.

R. Accademia dei Fisiocritici in Siena:

Atti. Ser. IV. Vol. I. Fasc. 10. Vol. II. 1—4. 1889/90. 8°.

K. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige 1880—1884. Bd. 22—26. 1885—1889. 4°.

Institut Royal Géologique de Suède in Stockholm:

Cartes géologiques. Serie Aa. Nr. 84. 100. 103—107. 1889. 8°.
Serie Bb, Nr. 94. 96. 1890. 4°.
Serie C. Nr. 92 111. 113—115. 1888—90. 4° u. 8°.
G. Löfstrand, Apatiten i Norrbotten. 1890. 8°.
Liste des publications de l'Institut 1862—1890. 1890. 8°.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel 1889 fasc. 10. 1890. Tom. XXIV. fasc. 1—5. 1889/90. 8⁰.

Australian Association for the Advancement of Science in Sydney:

The Report and Papers. Vol. I. 1888. 8⁰.

Royal Society of New South Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. Vol. XXIII. part I. 1889. 8⁰.
Catalogue of the scientific Books in the Library. Part 1. 1889. 8⁰.

Observatorio astronómico in Tacubaya (Mexiko):

Anuario. Anno X. 1890. 1889. 8⁰.

Astronomisches Observatorium in Taschkent:

Sapiski (Annalen). Vol. III. 1890. 4⁰.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Meteorologische Beobachtungen, 1887—1888. 1889. 8⁰.

Imperial University of Japan in Tokio:

The Journal of the College of Science. Vol. III. part 3. 1889. 4⁰.

Kansas Academy of Science in Topeka:

Transactions. Vol. XI. 1889. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. III. Ser. Vol. VII. fasc. 1. 1889. 8⁰.
Annual Report. Session 1888/89. 1889. 8⁰.

Società Adriatica di Scienze naturali in Triest:

Bollettino. Vol. XII. 1890. 8⁰.

R. Accademia delle Scienze in Turin:

Osservazione meteorologiche fatte nell' anno 1888. 1889. 8⁰.

Bureau of Ethnology in Washington:

5. and 6. annual Report 1883—84 and 1884—85 by J. W. Powell. 1887/88. 4⁰.
Bulletins. Nr. I—V. 1888/89. 8⁰.

U. S. Department of Agriculture in Washington:

North American Fauna Nr. 1. 2. 1889. 8⁰.
The english Sparrow in North America by Walter B. Barrows. 1889. 8⁰.

U. S. Naval Observatory in Washington:

Observations, 1884. Appendix I. 1889. 4⁰.

Surgeon General's Office in Washington:

Index-Catalogue of the Library. Vol. X. O—Pfutsch. 1889. 4⁰.

U. S. Geological Survey in Washington:

Monograph XIII. with Atlas. Monograph XIV. 1888. 4⁰.
Bulletin Nr. 48—58. 1888/89. 8⁰.
7th annual Report 1885—86. 1888. gr. 8⁰.

United States Coast and Geodetic Survey in Washington:

Bulletin Nr. 13—17. 1889. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes in Wernigerode:

Schriften. Bd. IV. 1889. 8⁰.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Denkschriften. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. 55. 1889. 4⁰.
Sitzungsberichte. Mathem.-naturw. Klasse.
I. Abth. 1888 Nr. 6—10. 1889 Nr. 1—3.
II. „ a) 1888 Nr. 8—10. 1889 Nr. 1—3.
II. „ b) 1888 Nr. 8—10. 1889 Nr. 1—3.
III. „ 1888 Nr. 7—10. 1889 Nr. 1—4.
und Register zu Bd. 91—96.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrg. 1889. Bd. XXXIX. Heft 3. 4. 1889. 4⁰.
Abhandlungen. Bd. XIII. Heft. 1. Bd. XV. Heft 1 u. 2. 1889. Fol.
Verhandlungen. 1889 Nr. 13—18. 1890 Nr. 1—5. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Wiener klinische Wochenschrift. 3. Jahrg. 1890, Nr. 1—8. 10—26. Fol.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XIX. Heft 4. Bd. XX. Heft 1. 2. 1889/90. 4⁰.

Geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XXXII. 1889. 8⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. XXIV. 3. u. 4. Quartal. 1889. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. IV. Nr. 4. Bd. V. Nr. 1. 2. 1890. 8⁰.

Section für Naturkunde des österreichischen Touristen-Clubs in Wien:

Mittheilungen. 1. Jahrg. 1889. Fol.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. 29. Bd. 1888/89. 1889. 8⁰.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXIII. Bd. XXIV. Nr. 1—4. 1890. 8⁰.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1889 u. 1890 Nr. 1—5 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahresschrift. Jahrg. 34. Heft 3. u. 4. 1889. 8⁰.

Von folgenden Herren:

M. Berthelot in Paris:

La révolution chimique. Lavoisier. Paris 1890. 8⁰.

Ludwig Böhm in München:

Carl Emil v. Schafhäutl (Ausschnitt). 1890. 8⁰.

Wilhelm Bühler in Stuttgart:

Zwei Materien mit drei Fundamental-Gesetzen v. W. Bühler. 1890. 8⁰.

Daniel Colladon in Genf:

Réfutation péremptoire d'une brochure intitulée: Étude historique sur l'emploi de l'air comprimé par Dufresne-Sommeiller. 1890. 4⁰.

A. v. Kölliker in Würzburg:

Ueber den feineren Bau des Rückenmarks. Würzburg 1890. 8⁰.
Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Leipzig 1890. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

Das schematische Auge des Menschen. 1888. 8⁰.
Erklärung des Volta'schen Fundamentalversuches. 1888. 8⁰.
Die barometrische Höhenformel im physikalischen Unterrichte. 1888. 8⁰.
Gegen die Kontakttheorie. 1888. 8⁰.
Absolute Potenzialwerthe der Metalle im Wasser. 1890. gr. 8⁰.
Das Auge und die allgemeine Linse. II. Mittheilung. 1890. 8⁰.
Einfluss der Erddrehung auf tangential bewegte Körper. 1890. 8⁰.
Ueber Clebsch's Principien der mathematischen Optik. 1890. 8⁰.

Le Prince Albert Ier de Monaco:

Résultats de ses campagnes scientifiques. Fasc. 1. 1889. 4⁰.

Edward C. Pickering in Cambridge, Mass.:

Henry Draper Memorial, 4th annual Report. 1890. 4⁰.
On the Spectrum of ζ ursae majoris. New-Haven 1890. 8⁰.

Ferdinand Rosenberger in Braunschweig:

Die Geschichte der Physik. III. Theil. 2. Abth. 1890. 8⁰.

F. v. Sandberger in Würzburg:

Ueber Steiukohlenformation im Schwarzwald. Wien 1890. 4⁰.

Arcangelo Scacchi in Neapel:

La regione vulcanica fluorifera della Campania. Florenz 1890. 4⁰.
Appendice alla 1ª memoria sulla lava Vesuviana del 1631. 1889. 4⁰.
I proietti agglutinanti dell' incendio vesuviana del 1631. 1889. 4⁰.

Michele Stossich in Triest:

Prospetto della Fauna del mare Adriatico. Parte III. IV. V. 1880—83. 8⁰.
Il genere Trichosoma Rudolphi. 1890. 8⁰.
Vermi parassitti in animali della Croazia. Agram 1889. 8⁰.
Elminti Veneti. Trieste 1890. 8⁰.
Brani di elmintologia Tergestina. Ser. I e VIII. 1883 e 1890. 8⁰.

Agostino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. fasc. 6. 1890. Fol.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 74 u. 75. 1889. 8⁰.

Inhalt.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

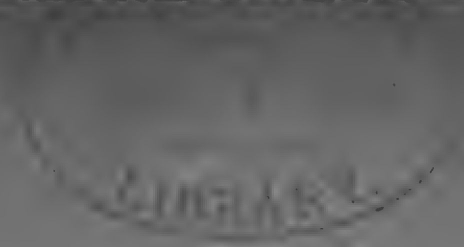
Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 131. Stiftungstages am 28. März 1890.

Sitzung vom 3. Mai 1890.

Sitzung vom 7. Juni 1890.

Sitzung vom 5. Juli 1890.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1890. Heft IV.

München.
Verlag der K. Akademie.
1891.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. November 1890.

---

1. Herr C. M. v. Bauernfeind bringt einen Nachtrag zu den Mittheilungen II und III: „über die Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraction". Derselbe wird als Ergänzung der früheren Mittheilungen in die Denkschriften aufgenommen werden.

2. Herr H. Seeliger legt das fertig gewordene: „erste Münchener Sternverzeichniss enthaltend die mittleren Oerter von 33082 Sternen (in den Neuen Annalen der k. Sternwarte in Bogenhausen bei München, Bd. I)", welches er mit Herrn Julius Bauschinger auf Kosten der Akademie herausgegeben hat, vor.

3. Herr H. Seeliger spricht ferner: „über die interpolatorische Darstellung einer Funktion durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe".

4. Herr H. Seeliger theilt endlich die Resultate einer Arbeit: „über den Zusammenstoss und die Theilung

planetarischer Massen" mit. Dieselbe wird in den Denkschriften erscheinen.

5. Herr L. Sohncke macht eine Mittheilung betreffend: „die Entdeckung des Eintheilungsprincips der Krystalle durch Hessel". Die Arbeit kommt anderwärts zur Veröffentlichung.

Ueber die interpolatorische Darstellung einer Function durch eine nach Kugelfunctionen fortschreitende Reihe.

Von H. Seeliger.

(Eingelaufen 8. November.)

Mit derselben Allgemeinheit, mit der man eine Function einer Variablen durch eine Reihe darstellen kann, die nach Sinus und Cosinus der Vielfachen der Variablen fortschreitet, kann man bekanntlich eine Function zweier Variablen nach Kugelfunctionen entwickeln. In der Astronomie und Physik tritt nun sehr häufig die Aufgabe auf, aus gegebenen Werthen der unbekannten Function die unbestimmten Constanten der allgemeinen Reihenentwickelung zu berechnen. Im Allgemeinen bleibt nun freilich nichts übrig, als die in linearer Form auftretenden Constanten durch die gewöhnlichen Ausgleichungsmethoden zu berechnen, was bei einigermassen grosser Anzahl derselben stets mit bedeutender Mühe verbunden ist. Wählt man aber, und dies ist in vielen Fällen der Praxis ausführbar, die Werthe, welche den Verlauf der Function angeben, in ganz bestimmter Weise, so lassen sich die genannten mühsamen Rechnungen zum grössten Theil vermeiden. Für eine Function einer Variablen gelangt man bekanntlich zu solch einfachen Rechenvorschriften, wenn man aequidistante Argumentenwerthe zu Grunde legt.

Die für diesen Fall aufgestellten Formeln zu Berechnung der Coefficienten der Sinus- und Cosinusreihen lassen an Ein-

fachheit nichts zu wünschen übrig und geben für diese die besten Werthe im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate.

Genau dasselbe gilt nun auch von der Bestimmung der Coefficienten einer nach Kugelfunctionen fortschreitenden Reihe, wenn man die Vorschriften anwendet, welche Fr. Neumann entwickelt hat. Diese schöne und wichtige Methode führt aber geradezu auf ein Minimum von Rechenarbeit, wenn man gewisse Hülfstafeln zur Verfügung hat. Der Nutzen derselben ist in die Augen fallend und ihr Vorhandensein für eine leichte Anwendbarkeit der Neumann'schen Methode sehr wünschenswerth. Ich habe mich deshalb der Berechnung solcher Tabellen unterzogen und theile dieselben im Folgenden mit.

Die Vorschriften Fr. Neumann's selbst hier abzuleiten ist um so weniger nöthig, als dieselben ausser in der Originalabhandlung[1]) erst neuerlich eine sehr durchsichtige und allgemein zugängliche Darstellung[2]) erfahren haben. Ich werde mich deshalb nur auf dasjenige beschränken, was zum Verständniss der Tabellen und zu deren Anwendung erforderlich ist.

Es seien die gegebenen Werthe der Function f auf einer Kugelfläche (etwa der Erde) ausgebreitet. ϑ ($\cos\vartheta = \mu$) sei die Nordpolardistanz, φ die geographische Länge. Setzt man dann:

$$f(\mu, \varphi) = {}_n\sum_0^p Y^n \qquad 1)$$

so handelt es sich um die Bestimmung der Coefficienten der Kugelfunction Y^n vom Grade n. Man hat aber allgemein

$$Y^n(\mu, \varphi) = {}_i\sum_0^n (A_{ni} \cos i\varphi + B_{ni} \sin i\varphi) P_{ni}(\mu)$$

1) Fr. Neumann. Astronom. Nachr. Band 15, pag. 313 etc.

2) Vorlesungen über die Theorie des Potentiales etc. von Fr. Neumann, herausgegeben von C. Neumann. Leipzig 1887. pg. 131 ff.

worin die A und B die $2n+1$ willkürlichen also jetzt zu bestimmenden Constanten sind und

$$P_{ni}(\mu) = (1-\mu^2)^{\frac{i}{2}} \frac{d^i P^n(\mu)}{d\mu^i}$$

wenn P^n die Laplace-Legendre'sche Kugelfunction n^{ten} Grades von einer Variablen ist.

Die Fr. Neumann'sche Methode schreibt nun vor: Gegeben seien die $2p(p+1)$ Functionswerthe:

$$\begin{array}{llll}
f(\mu_1, 0), & f\left(\mu_1, \frac{\pi}{p}\right) & \cdots & f\left(\mu_1, (2p-1)\frac{\pi}{p}\right) \\
f(\mu_2, 0), & f\left(\mu_2, \frac{\pi}{p}\right) & \cdots & f\left(\mu_2, (2p-1)\frac{\pi}{p}\right) \\
- & - & - & - \\
f(\mu_{p+1}, 0), & f\left(\mu_{p+1}, \frac{\pi}{p}\right) & \cdots & f\left(\mu_{p+1}, (2p-1)\frac{\pi}{p}\right)
\end{array}$$

worin $\mu_1 \cdots \mu_{p+1}$ die $p+1$ Wurzeln der Gleichung

$$P^{p+1}(\mu) = 0$$

sind.

Man bestimmt nun zunächst für jedes

$$\lambda = 1, 2, \cdots p+1$$

und

$$i = 0, 1, 2 \cdots p$$

die Grössen C und S durch

$$\text{II)} \quad \left\{ \begin{aligned} \varepsilon_i\, p\, C_i(\mu_\lambda) &= \sum_{\nu=0}^{2p-1} f\left(\mu_\lambda, \nu\frac{\pi}{p}\right) \cos \nu \frac{i\pi}{p} \\ p\, S_i(\mu_\lambda) &= \sum_{\nu=0}^{2p-1} f\left(\mu_\lambda, \nu\frac{\pi}{p}\right) \sin \nu \frac{i\pi}{p} \end{aligned} \right.$$

worin $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots \varepsilon_{p-1} = 1$; $\varepsilon_0 = \varepsilon_p = 2$

Hieraus ergiebt sich:

$$\text{1)} \quad \left\{ \begin{aligned} A_{ni} &= \frac{2n+1}{2} \frac{\Pi(n-i)}{\Pi(n+i)} \sum_{\lambda=1}^{p+1} a_\lambda P_{ni}(\mu_\lambda)\, C_i(\mu_\lambda) \\ B_{ni} &= \frac{2n+1}{2} \frac{\Pi(n-i)}{\Pi(n+i)} \sum_{\lambda=1}^{p+1} a_\lambda P_{ni}(\mu_\lambda)\, S_i(\mu_\lambda) \end{aligned} \right.$$

Hierin bedeutet $\Pi(\lambda) = 1 \cdot 2 \ldots \lambda$ und die Zahlen a ergeben sich durch die Auflösung des Systemes linearer Gleichungen:

$$2)\qquad \begin{gathered} a_1 \mu_1^\lambda + a_2 \mu_2^\lambda + \cdots + a_{p+1} \mu_{p+1}^\lambda = \alpha_\lambda \\ \lambda = 0, 1, \cdots p;\ \alpha_\lambda = \int_{-1}^{+1} x^\lambda \, dx \end{gathered}$$

Setzt man aber

$$\mathfrak{A}_{ni}(\mu_\lambda) = \frac{2n+1}{2} \frac{\Pi(n-i)}{\Pi(n+i)} a_\lambda P_{ni}(\mu_\lambda)$$

so wird einfach

$$\text{III)}\qquad \begin{cases} A_{ni} = {}_\lambda\sum_1^{p+1} \mathfrak{A}_{ni}(\mu_\lambda) \quad C_i(\mu_\lambda) \\ B_{ni} = {}_\lambda\sum_1^{p+1} \mathfrak{A}_{ni}(\mu_\lambda) \quad S_i(\mu_\lambda) \end{cases}$$

Man kann nun die Zahlen $\mathfrak{A}_{ni}$ ein für alle Mal für bestimmte Werthe von p berechnen und in einfachen und wenig umfangreichen Tabellen unterbringen. Dann ist die Berechnung der gesuchten A und B durch die höchst einfachen Formeln II) und III) gegeben. Solche Tabellen enthält nun das Folgende und zwar bis $p+1=7$, welche Grenze auch in der Gauss'schen Abhandlung: Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi 1814 (Werke Band III) eingehalten ist. Diese wunderbare Arbeit enthält bis $p+1=7$ nicht nur die numerischen Werthe der Wurzeln der Gleichung

$$P^{p+1}(\mu) = 0$$

sondern auch die Grössen a. Es ist nämlich

$$\begin{aligned} \mu &= 2a\,(\text{Gauss}) - 1 \\ a &= 2R\,(\text{Gauss}) \end{aligned}$$

Um die letztere Beziehung, die nicht unmittelbar einleuchtend ist, einzusehen, braucht nur daran erinnert zu werden, dass die Gauss'sche Abhandlung unser a_1 so definirt:

$$a_1 = \left(\frac{x-\mu_1}{P^{p+1}(x)}\right)_{x=\mu_1} \cdot \int_{-1}^{+1} \frac{P^{p+1}(x)}{x-\mu_1}\, dx$$

Man kann nun leicht zeigen, dass die directe Auflösung des Systemes 2) auf dieselbe Form führt. Setzt man nämlich

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \mu_1 & \mu_2 & \dots & \mu_{p+1} \\ \mu_1^2 & \mu_2^2 & \dots & \mu_{p+1}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_1^p & \mu_2^p & \dots & \mu_{p+1}^p \end{vmatrix}$$

und bezeichnet man die auftretenden Partialdeterminanten mit δ, so hat man

3)
$$\begin{aligned} \Delta &= \delta_0 + \mu_1 \delta_1 + \mu_1^2 \delta_2 + \cdots + \mu_1^p \delta_p \\ &= (\mu_2 - \mu_1)(\mu_3 - \mu_1) \cdots (\mu_{p+1} - \mu_1) \\ &\qquad\qquad (\mu_3 - \mu_2) \cdots (\mu_{p+1} - \mu_2) \\ &\qquad\qquad\quad - \quad - \quad - \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad (\mu_{p+1} - \mu_p) \end{aligned}$$

Die Auflösung von 2) giebt aber:

4)
$$\Delta\, a_1 = \alpha_0 \delta_0 + \alpha_1 \delta_1 + \cdots + \alpha_p \delta_p$$

Bezeichnet man den von μ_1 freien Theil von Δ mit C so ist nach 3)

$$\Delta = C(\mu_2 - \mu_1)(\mu_3 - \mu_1) \cdots (\mu_{p+1} - \mu_1)$$

Weiter ist, weil $\mu_1 \cdots \mu_{p+1}$ Wurzeln von $P^{p+1}(\mu) = 0$ sind

$$P^{p+1}(x) = \varepsilon (x - \mu_1)(x - \mu_2) \cdots (x - \mu_{p+1})$$

wo ε der Zahlencoefficient des Gliedes x^{p+1} in dem Ausdrucke der Kugelfunction ist. Man kann hiernach schreiben

$$\Delta\, \varepsilon = (-1)^p \cdot C \left(\frac{P^{p+1}(x)}{x - \mu_1}\right)_{x=\mu_1}$$

Nun ist $\frac{P^{p+1}(x)}{x-\mu_1}$ eine ganze Function vom Grade p d. h.

5)
$$\frac{P^{p+1}(x)}{x - \mu_1} = \beta_0 + \beta_1 x + \cdots + \beta_p x^p$$

Hieraus ergiebt sich zunächst:

$$\Delta = (-1)^p \frac{C}{\varepsilon} (\beta_0 + \beta_1 \mu_1 + \cdots + \beta_p \mu_1^p)$$

und dann durch Vergleichung mit 3)

$$\delta_i = (-1)^p \cdot \frac{C}{\varepsilon} \beta_i$$

Durch Einsetzen in 4) ergiebt sich:

$$\Delta a_1 = (-1)^p \frac{C}{\varepsilon} (\alpha_0 \beta_0 + \alpha_1 \beta_1 + \cdots + \alpha_p \beta_p)$$

was man aber mit Hülfe der obigen Gleichungen und der in 2) gegebenen Definition von α_λ schreiben kann:

$$a_1 = \left(\frac{x - \mu_1}{P^{p+1}(x)}\right)_{x = \mu_1} \cdot \int_{-1}^{+1} \frac{P^{p+1}(x)}{x - \mu_1} dx$$

welches der von Gauss benutzte Ausdruck ist.

Sind die Coefficienten A und B bekannt, so kann man die Function f in der expliciten Form aufstellen:

$$\left.\begin{array}{l} f(\mu, \varphi) = (P_{00} A_{00} + P_{10} A_{10} + \cdots + P_{p0} A_{p0}) \\ \quad + (P_{11} A_{11} + P_{21} A_{21} + \cdots + P_{p1} A_{p1}) \cos \varphi \\ \quad + (P_{11} B_{11} + P_{21} B_{21} + \cdots + P_{p1} B_{p1}) \sin \varphi \\ \quad + (P_{22} A_{22} + P_{32} A_{32} + \cdots + P_{p2} A_{p2}) \cos 2\varphi \\ \quad + (P_{22} B_{22} + P_{32} B_{32} + \cdots + P_{p2} B_{p2}) \sin 2\varphi \\ \quad - \qquad - \qquad - \qquad - \qquad - \\ \qquad\qquad + P_{pp} A_{pp} \cos p\varphi \end{array}\right\}$$

Die einzelnen P_{ni} sind mit der bei wirklicher Anwendung erforderlichen Ausführlichkeit in Tabelle 1 zusammengestellt.

Zur Erklärung der nun folgenden Tabellen ist dem Mitgetheilten nur wenig hinzuzufügen. Da die $\mathfrak{A}_{ni}$ stets kleiner als 1 sind, so ist in den Logarithmen die Kennziffer -10 fortgeblieben. Die Tafeln selbst habe ich mit wesentlicher Beihülfe des Herrn Dr. Anding strenge siebenstellig berech-

net und dann auf 6 Stellen abgekürzt, so dass die letzte Stelle in den Logarithmen im Allgemeinen bis auf 1 oder 2 Einheiten richtig sein wird, was für die meisten praktischen Anwendungen genügen dürfte. Die Rechnungen wurden zwar nur einmal ausgeführt, ihre Richtigkeit ist aber durch mehrere sehr durchgreifende Controlen wahrscheinlich sicherer geprüft, als durch eine Neurechnung.

Solcher Controlgleichungen lassen sich natürlich mit Hülfe der bekannten Relationen zwischen Kugelfunctionen sehr viele ableiten. Als besonders geeignet im vorliegenden Falle wurden aber gefunden

$$ {}^{i}\Sigma\, \mathfrak{A}_{ni}\, P_{ni} = 1 $$

und

$$ a = \frac{2}{2n+1}\; {}^{i}\sum_{0}^{n} \frac{\Pi(n+i)}{\Pi(i)\,\Pi(n-i)} \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\vartheta}{2} \cdot \mathfrak{A}_{ni} $$

weil bei passender Anwendung sich diese beiden Formeln in der sicheren Prüfung der berechneten Zahlen auf das Beste ergänzen.

Tabelle 1.

$$ x = \cos\vartheta \qquad P_{ni}(+x) = \sin^i\vartheta\, P_i^n(x) $$

$$ P_i^n(x) = \frac{d^i P^n(x)}{dx^i} \qquad P_{ni}(-x) = (-1)^{n-i} \cdot P_{ni}(x) $$

$P_0^0(x) = 1$

$P_0^1(x) = x$	$P_0^2(x) = 1.5x^2 - 0.5$	$P_0^3(x) = x(-1.5 + 2.5x^2)$	$P_0^4(x) = 0.375 - 3.75x^2 + 4.375x^4$
$P_1^1(x) = 1$	$P_1^2(x) = 3x$	$P_1^3(x) = -1.5 + 7.5x^2$	$P_1^4(x) = x(-7.5 + 17.5x^2)$
	$P_2^2(x) = 3$	$P_2^3(x) = 15x$	$P_2^4(x) = -7.5 + 52.5x^2$
		$P_3^3(x) = 15$	$P_3^4(x) = 105x$
			$P_4^4(x) = 105$

$P_0^5(x) = x(1.875 - 8.75x^2 + 7.875x^4)$	$P_0^6(x) = -0.3125 + 6.5625x^2 - 19.6875x^4 + 14.4375x^6$
$P_1^5(x) = 1.875 - 26.25x^2 + 39.375x^4$	$P_1^6(x) = x(13.125 - 78.75x^2 + 86.625x^4)$
$P_2^5(x) = x(-52.5 + 157.5x^2)$	$P_2^6(x) = 13.125 - 236.25x^2 + 433.125x^4$
$P_3^5(x) = -52.5 + 472.5x^2$	$P_3^6(x) = x(-472.5 + 1732.5x^2)$
$P_4^5(x) = 945x$	$P_4^6(x) = -472.5 + 5197.5x^2$
$P_5^5(x) = 945$	$P_5^6(x) = 10395x$
	$P_6^6(x) = 10395$

Tabelle 2.

$p + 1 = 3$

$\log \mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3
0	0	9.443698	9.647818	9.443698
1	0	9.809894$_n$	$-\infty$	9.809894
1	1	9.420819	9.823909	9.420819
2	0	9.744728	0.045758$_n$	9.744728
2	1	9.531743$_n$	$-\infty$	9.531743
2	2	8.841638	9.443698	8.841638

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3
0	0	0.277778	0.444444	0.277778
1	0	− 0.645497	0	0.645497
1	1	0.263523	0.666667	0.263523
2	0	0.555556	− 1.111111	0.555556
2	1	− 0.840207	0	0.840207
2	2	0.069444	0.277778	0.069444

	a	$\log a$	$\log \mu$	ϑ
1	0.555556	9.744728	9.889076$_n$	140° 46′ 6.5
2	0.888889	9.948847	$-\infty$	90
3	0.555556	9.744728	9.889076	39 13 53.5

Tabelle 3.

$p + 1 = 4$

$\log \mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
0	0	9.240368	9.513314	9.513314	9.240368
1	0	9.652561$_n$	9.521890$_n$	9.521890	9.652561
1	1	9.122643	9.662733	9.662733	9.122643
2	0	9.726326	9.726326$_n$	9.726326$_n$	9.726326
2	1	9.279563$_n$	9.416037$_n$	9.416037	9.279563
2	2	8.448615	9.255849	9.255849	8.448615
3	0	9.569405$_n$	9.973023	9.973023$_n$	9.569405
3	1	9.321173	9.054029$_n$	9.054029$_n$	9.321173
3	2	8.529815$_n$	8.933432$_n$	8.933432	8.529815
3	3	7.522775	8.597154	8.597154	7.522775

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
0	0	0.173927	0.326073	0.326073	0.173927
1	0	— 0.449326	— 0.332576	0.332576	0.449326
1	1	0.132630	0.459974	0.459974	0.132630
2	0	0.532508	— 0.532508	— 0.532508	0.532508
2	1	— 0.190355	— 0.260637	0.260637	0.190355
2	2	0.028094	0.180239	0.180239	0.028094
3	0	— 0.371027	0.939772	— 0.939772	0.371027
3	1	0.209495	— 0.113247	— 0.113247	0.209495
3	2	— 0.033870	— 0.085789	0.085789	0.033870
3	3	0.003333	0.039551	0.039551	0.003333

	$\log a$	$\log \mu$	ϑ
1	9.541398	9.935072$_n$	149° 26′ 39″.8
2	9.814344	9.531455$_n$	109 52 32.6
3	9.814344	9.531455	70 7 27.4
4	9.541398	9.935072	30 33 20.2

Tabelle 4.

$p + 1 = 5$

$\log \mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
0	0	9.073584	9.378969	9.453998	9.378969	9.073584
1	0	9.507920$_n$	9.587251$_n$	$-\infty$	9.587251	9.507920
1	1	8.875906	9.480705	9.630089	9.480705	8.875906
2	0	9.636913	8.891361$_n$	9.851938$_n$	8.891361$_n$	9.636913
2	1	9.054969$_n$	9.433714$_n$	$-\infty$	9.433714	9.054969
2	2	8.121924	9.026138	9.249878	9.026138	8.121924
3	0	9.618547$_n$	9.844601	$-\infty$	9.844601$_n$	9.618547
3	1	9.133997	8.899589	9.396006$_n$	8.899589	9.133997
3	2	8.225267$_n$	8.903427$_n$	$-\infty$	8.903427	8.225267
3	3	7.116131	8.319760	8.617854	8.319760	7.116131
4	0	9.418295	9.870401$_n$	9.982271	9.870401$_n$	9.418295
4	1	9.147219$_n$	9.073858	$-\infty$	9.073858$_n$	9.147219
4	2	8.275569	8.515947	8.726999$_n$	8.515947	8.275569
4	3	7.182490$_n$	8.160065$_n$	$-\infty$	8.160065	7.182490
4	4	5.948416	7.451459	7.823909	7.451459	5.948416

num. $\mathfrak{A}_{n\,i}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
0	0	0.118463	0.239314	0.284444	0.239314	0.118463
1	0	–0.322048	–0.386590	0	0.386590	0.322048
1	1	0.075146	0.302486	0.426667	0.302486	0.075146
2	0	0.433424	–0.077868	–0.711111	–0.077868	0.433424
2	1	–0.113493	–0.271465	0	0.271465	0.113493
2	2	0.015241	0.106203	0.177778	0.106203	0.013241
3	0	–0.415477	0.699199	0	–0.699199	0.415477
3	1	0.136144	0.079358	–0.248889	0.079358	0.136144
3	2	–0.016798	–0.080062	0	0.080062	0.016798
3	3	0.001307	0.020881	0.041481	0.020881	0.001307
4	0	0.261997	–0.741996	0.960000	–0.741996	0.261997
4	1	–0.140352	0.118538	0	–0.118538	0.140352
4	2	0.018861	0.032806	–0.053333	0.032806	0.018861
4	3	–0.001522	–0.014457	0	0.014457	0.001522
4	4	0.000089	0.002828	0.006667	0.002828	0.000089

Logarithmen

				ϑ
a_1	9.374614	μ_1	9.957214_n	154° 58′ 57″6
a_2	9.679999	μ_2	9.731161_n	122 34 46.2
a_3	9.755027	μ_3	$-\infty$	90
a_4	9.679999	μ_4	9.731161	57 25 13.8
a_5	9.374614	μ_5	9.957214	25 1 2.4

Tabelle 5.

$p + 1 = 6$ log $\mathfrak{A}_{ni}$

n i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6
0 0	8.932790	9.256190	9.369136	9.369136	9.256190	8.932790
1 0	9.379546_n	9.553651_n	9.223963_n	9.223963	9.553651	9.379546
1 1	8.666687	9.307460	9.532497	9.532497	9.307460	8.666687
2 0	9.537150	9.147719	9.685726_n	9.685726_n	9.147719	9.537150
2 1	8.858170_n	9.349647_n	9.132051_n	9.132051	9.349647	8.858170
2 2	7.844282	8.802426	9.139556	9.139556	8.802426	7.844282
3 0	9.576020_n	9.531227	9.724728	9.724728_n	9.531227_n	9.576020
3 1	8.957324	9.147457	9.152905_n	9.152905_n	9.147457	8.957324
3 2	7.960044_n	8.768893_n	8.663389_n	8.663389	8.768893	7.960044
3 3	6.770064	8.045581	8.494802	8.494802	8.045581	6.770064
4 0	9.512349	9.842126_n	9.568057	9.568057	9.842126_n	9.512349
4 1	9.000848_n	7.783788_n	9.200475	9.200475_n	7.783788	9.000848
4 2	8.027822	8.593496	8.395859_n	8.395859_n	8.593496	8.027822
4 3	6.848843_n	7.975064_n	7.981652_n	7.981652	7.975064	6.848843
4 4	5.533925	7.126813	7.688127	7.688127	7.126813	5.533925
5 0	9.287441_n	9.766515	9.935079_n	9.935079	9.766515_n	9.287441
5 1	9.000301	9.012706_n	8.626545	8.626545	9.012706_n	9.000301
5 2	8.061730_n	8.157746_n	8.477304	8.477304_n	8.157746	8.061730
5 3	6.897404	7.806361	7.476025_n	7.476025_n	7.806361	6.897404
5 4	5.590711_n	7.034302_n	7.152982_n	7.152982	7.034302	5.590711
5 5	4.178882	6.089141	6.762547	6.762547	6.089141	4.178882

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6
0 0	0.085662	0.180381	0.233957	0.233957	0.180381	0.085662
1 0	−0.239632	−0.357808	−0.167480	0.167480	0.357808	0.239632
1 1	0.046418	0.202983	0.340798	0.340798	0.202983	0.046418
2 0	0.344469	0.140514	−0.484983	−0.484983	0.140514	0.344469
2 1	−0.072139	−0.223690	−0.135535	0.135535	0.223690	0.072139
2 2	0.006987	0.063449	0.137897	0.137897	0.063449	0.006987
3 0	−0.376721	0.339803	0.530552	−0.530552	−0.339803	0.376721
3 1	0.090641	0.140429	−0.142202	−0.142202	0.140429	0.090641
3 2	−0.009121	−0.058734	−0.046067	0.046067	0.058734	0.009121
3 3	0.000589	0.011107	0.031247	0.031247	0.011107	0.000589
4 0	0.325349	−0.695226	0.369877	0.369877	−0.695226	0.325349
4 1	−0.100196	−0.006078	0.158663	−0.158663	0.006078	0.100196
4 2	0.010662	0.039219	−0.024881	−0.024881	0.039219	0.010662
4 3	−0.000706	−0.009442	−0.009586	0.009586	0.009442	0.000706
4 4	0.000034	0.001339	0.004877	0.004877	0.001339	0.000034
5 0	−0.193839	0.584137	−0.861151	0.861151	−0.584137	0.193839
5 1	0.100069	−0.102969	0.042320	0.042320	−0.102969	0.100069
5 2	−0.011527	−0.014380	0.030013	−0.030013	0.014380	0.011527
5 3	0.000790	0.006403	−0.002992	−0.002992	0.006403	0.000790
5 4	−0.000039	−0.001082	−0.001422	0.001422	0.001082	0.000039
5 5	0.000002	0.000123	0.000579	0.000579	0.000123	0.000002

Logarithmen

a_1	9.233819	μ_1	9.969635$_n$	$\vartheta_1 =$	158°	49′	23.2
a_2	9.557220	μ_2	9.820339$_n$	$\vartheta_2 =$	131	23	31.8
a_3	9.670166	μ_3	9.377705$_n$	$\vartheta_3 =$	103	48	18.2
a_4	9.670166	μ_4	9.377705	$\vartheta_4 =$	76	11	41.8
a_5	9.557220	μ_5	9.820339	$\vartheta_5 =$	48	36	28.2
a_6	9.233819	μ_6	9.969635	$\vartheta_6 =$	21	10	36.8

Tabelle 6.

$p + 1 = 7$

$\log \mathfrak{A}_{n\,i}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
0	0	8.811189	9.145671	9.280840	9.320104	9.280840	9.145671	8.811189
1	0	9.265626$_n$	9.492922$_n$	9.366322$_n$	$-\infty$	9.366322	9.492922	9.265626
1	1	8 485524	9.148432	9.417850	9.496195	9.417850	9.148432	8.485524
2	0	9.440196	9.356260	9.382818$_n$	9.718044$_n$	9.382818$_n$	9.356260	9.440196
2	1	8.684688$_n$	9.240410$_n$	9.248059$_n$	$-\infty$	9.248059	9.240410	8.684688
2	2	7.603556	8.594890	8.998557	9.115984	8.998557	8.594890	7.603556
3	0	9.509829$_n$	8.958949	9.771017	$-\infty$	9.771017$_n$	8.958949$_n$	9.509829
3	1	8.796008	9.157223	8.430385$_n$	9.262112$_n$	8.430385$_n$	9.157223	8.796008
3	2	7.726999$_n$	8.611148$_n$	8.753046$_n$	$-\infty$	8.753046	8.611148	7.726999
3	3	6.469776	7.789537	8.327453	8.483961	8.327453	7.789537	6.469776
4	0	9.503480	9 661256$_n$	9.328407$_n$	9.848378	9.328407$_n$	9.661256$_n$	9.503480
4	1	8.857156$_n$	8.822571$_n$	9.167745	$-\infty$	9.167745$_n$	8.822571	8.857156
4	2	7.805415	8.526716	7.660290	8.593105$_n$	7.660290	8.526716	7.805415
4	3	6.556236$_n$	7.768811$_n$	8.044958$_n$	$-\infty$	8.044958	7.768811	6.556236
4	4	5.174073	6.822261	7.494426	7.690015	7.494426	6.822261	5.174073
5	0	9.413240$_n$	9.801721	9.741786$_n$	$-\infty$	9.741786	9.801721$_n$	9.413240
5	1	8.881441	8.352059$_n$	8.946042$_n$	9.157377	8.946042$_n$	8.352059$_n$	8.881441
5	2	7.853330$_n$	8.319062$_n$	8.352349	$-\infty$	8.352349$_n$	8.319062	7.853330
5	3	6 614682	7.679208	7.304058	7.777165$_n$	7.304058	7.679208	6.614682
5	4	5.238539$_n$	6.779541$_n$	7.189936$_n$	$-\infty$	7.189936	6.779541	5.238539
5	5	3.759466	5.736081	6 542494	6.777165	6.542494	5.736081	3.759466
6	0	9.172685	9.668350$_n$	9.870184	9.928897$_n$	9.870184	9.668350$_n$	9.172685
6	1	8.873604$_n$	8.933660	8.739475$_n$	$-\infty$	8.739475	8.933660$_n$	8.873604
6	2	7.877494	7.839205	8.238596$_n$	8.326837	8.238596$_n$	7.839205	7.877494
6	3	6.652253$_n$	7.509515$_n$	7.376453	$-\infty$	7.376453$_n$	7.509515	6.652253
6	4	5.283596	6.685129	6.563583	6.849716$_n$	6.563583	6.685129	5.283596
6	5	3.809333$_n$	5.678761$_n$	6.223405$_n$	$-\infty$	6.223405	5.678761	3.809333
6	6	2.251079	4.556120	5.496782	5.770535	5.496782	4.556120	2.251079

num. $\mathfrak{A}_{ni}$

n	i	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
0	0	0.064742	0.139853	0.190915	0.208980	0.190915	0.139853	0.064742
1	0	−0.184843	−0.311115	−0.232446	0	0.232446	0.311115	0.184843
1	1	0.030586	0.140745	0.261728	0.313469	0.261728	0.140745	0.030586
2	0	0.275547	0.227123	−0.241445	−0.522449	−0.241445	0.227123	0.275547
2	1	−0.048382	−0.173944	−0.177035	0	0.177035	0.173944	0.048382
2	2	0.004014	0.039345	0.099668	0.130612	0.099668	0.039345	0.004014
3	0	−0.323466	0.090981	0.590224	0	−0.590224	−0.090981	0.323466
3	1	0.062518	0.143623	−0.026939	−0.182857	−0.026939	0.143623	0.062518
3	2	−0.005333	−0.040846	−0.056630	0	0.056630	0.040846	0.005383
3	3	0.000295	0.006159	0.021255	0.030476	0.021255	0.006159	0.000295
4	0	0.318772	−0.458412	−0.213013	0.705306	−0.213013	−0.458412	0.318772
4	1	−0.071971	−0.066462	0.147145	0	−0.147145	0.066462	0.071971
4	2	0 006389	0.033629	0.004574	−0.039184	0.004574	0.033629	0.006389
4	3	−0.000360	−0.005872	−0.011091	0	0.011091	0.005872	0.000360
4	4	0.000015	0.000664	0.003122	0.004898	0.003122	0.000664	0.000015
5	0	−0.258964	0.633463	−0.551805	0	0.551805	−0.633463	0.258964
5	1	0.076110	−0.022494	−0.088316	0.143673	−0.088316	−0.022494	0.076110
5	2	−0.007134	−0.020848	0.022509	0	−0.022509	0.020848	0.007134
5	3	0.000412	0.004778	0.002014	−0.005986	0.002014	0.004778	0.000412
5	4	−0.000017	−0.000602	−0.001549	0	0.001549	0.000602	0.000017
5	5	0.000001	0.000054	0.000849	0.000599	0.000349	0.000054	0.000001
6	0	0.148828	−0.465962	0.741624	−0.848980	0.741624	−0.465962	0.148828
6	1	−0.074749	0.085834	−0.054888	0	0.054888	−0.085834	0.074749
6	2	0.007542	0.006906	−0.017322	0.021224	−0.017322	0.006906	0.007542
6	3	−0.000449	0.003232	0.002379	0	−0.002379	0.003232	0.000449
6	4	0 000019	0.000484	0.000366	−0.000707	0.000366	0.000484	0.000019
6	5	−0.000001	−0.000048	−0.000167	0	0.000167	0.000048	0.000001
6	6	0	0.000004	0.000031	0.000059	0.000031	0.000004	0

Logarithmen

α_1	9.112219	μ_1	9.977316_n	$\vartheta_1 =$	$161^\circ\ 38'\ 31''.7$
α_2	9.446701	μ_2	9.870129_n	$\vartheta_2 =$	137 51 43.2
α_3	9.581870	μ_3	9.608360_n	$\vartheta_3 =$	113 56 38.8
α_4	9.621134	μ_4	$-\infty$	$\vartheta_4 =$	90
α_5	9.581870	μ_5	9.608360	$\vartheta_5 =$	66 3 21.2
α_6	9.446701	μ_6	9.870129	$\vartheta_6 =$	42 8 16.8
α_7	9.112219	μ_7	9.977316	$\vartheta_7 =$	18 21 28.3

Sitzung vom 6. Dezember 1890.

1. Herr E. Lommel macht eine Mittheilung: „Berechnung von Mischfarben.“ Dieselbe ist für die Denkschriften bestimmt.

2. Herr P. Groth legt eine Abhandlung des Herrn Paul Glan, Privatdozent der Physik in Berlin: „ein Spektrosaccharimeter“ vor.

3. Herr R. Hertwig berichtet über den Fortgang der Untersuchungen über die Flora und Fauna des Bodensees, welche bei Gelegenheit der Herstellung der Bodenseekarte von der dazu niedergesetzten internationalen Kommission gemacht werden. Die zoologischen Untersuchungen hat Herr R. Hertwig mit Herrn Privatdozent Dr. Hofer übernommen. Die Resultate sollen später veröffentlicht werden.

Ein Spektrosaccharimeter.

Von Dr. Paul Glan.

(Eingelaufen 6. Dezember.)

Der Apparat dient dazu, das Drehungsvermögen des Zuckers, oder anderer die Polarisationsebene des Lichts drehenden Stoffe, für jede beliebige Farbe des Spektrums zu untersuchen, mit Benützung einer weissen Lichtquelle, der Flamme einer Petroleum-, oder Gaslampe, oder von elektrischem Licht. Er hat den doppelten Vorzug von der Farbe des zu untersuchenden Körpers unabhängig zu sein,

so dass bei ihm das Entfärben von Zuckerlösungen nicht nötig ist und eine grössere Genauigkeit der Messung zu gewähren, als die Apparate, welche Natronlicht, oder das nichthomogene Licht einer weissen Flamme, welches durch eine Lösung des chromsauren Kalis gegangen ist, oder weisses Licht benutzen, weil er die Messung der Drehung im Grün oder Blau gestattet, und Zucker, wie andre Stoffe, die Polarisationsebene dieser Lichtarten erheblich stärker drehen, als die von gelbem Licht. Seine Einrichtung ist die folgende. Der Spalt s_1 befindet sich im Brennpunkt der achromatischen Linse l_1, und das Licht der Flamme, welches eine Linse von kurzer Brennweite auf den Spalt s_1 konzentriert, tritt parallel aus ihr; es geht dann durch ein Glan'sches Polarisationsprisma p_1, welches es geradlinig polarisiert, und dann durch ein Diaphragma, das zur Hälfte

Fig. 1.



¼ der natürlichen Grösse.

mit einer dünnen Quarzplatte q senkrecht zur Axe geschliffen bedeckt ist. Diese dreht die Polarisationsebene des durch sie gehenden Lichtes um wenige Grade, und zwar für die verschiedenen Farben des weissen Lichtes verschieden viel. Nachdem es dies Diaphragma passiert hat, geht es entweder ungeändert, oder wenn eine Röhre mit Zuckerlösung im Spektrosaccharimeter liegt, durch diese, welche die Polarisationsebenen der einzelnen Farben des durch sie gehenden Lichtes dreht,

und durchläuft nun das drehbare Polarisationsprisma p_2, dessen Drehung an einem geteilten Kreis mit Hülfe eines Nonius bis auf Hundertel eines Grades abgelesen werden kann. Es geht dann durch das Flintglasprisma p, welches das vom Spalt s_1 herrührende und von der Linse l_1 entworfene Bild zum Spektrum entfaltet, von welchem dann die achromatische Linse l_2 ein verkleinertes Bild auf dem in ihrem Focus befindlichen Spalt s_2 entwirft, durch den nur eine Farbe desselben hindurchgeht. Er wird dann durch die achromatische Linse l_3 von kurzer Brennweite in dieser Farbe vergrössert gesehen, wenn sie um ihre Brennweite von ihm absteht. Die Linse l_2 entwirft nun auch von dem Diaphragma mit der Platte q ein Bild hinter der Ebene des Spaltes s_2, zwischen ihm und der Linse l_3, das man mit dieser sehen kann, wenn man sie soweit herauszieht, dass sie um ihre Brennweite von diesem Bilde entfernt ist, und das in der Farbe erscheint, welche vom Spektrum durch den Spalt s_2 getreten ist. Da für jede Farbe die Polarisationsebenen des Lichtes, das durch die unbedeckte und die mit der Platte q bedeckte Hälfte des Diaphragmas gegangen ist, einen Winkel mit einander bilden, so erscheinen diese beiden Hälften nur dann gleich hell, wenn das von ihnen ausgehende Licht das Polarisationsprisma p_2 passiert hat, wenn dessen Polarisationsebene diesen Winkel halbiert, oder zu der Halbierungslinie desselben senkrecht ist. Die letztere Stellung desselben ist diejenige, bei welcher die kleinste Drehung von dieser Stellung aus den grössten Helligkeitsunterschied des Bildes der beiden Hälften bewirkt; sie ist deshalb diejenige, in die man das Polarisationsprisma p_2 bringt, bei der Messung. Dreht man nämlich das letztere von der Stellung, bei der seine Polarisationsebene den Winkel α derjenigen der Hälften des Lichtbündels, welche den freien und bedeckten Teil des Diaphragmas passiert haben, halbiert, um den sehr kleinen Winkel γ, so wird das Helligkeits-

verhältnis dieser beiden Hälften $1 + 4 \tan \frac{\alpha}{2} \sin \gamma$; dreht man es dagegen von der Stellung, bei der seine Polarisationsebene senkrecht zur Halbierungslinie des Winkels α ist, um denselben kleinen Winkel γ, so wird dies Helligkeitsverhältnis $1 - 4 \cot\text{an} \frac{\alpha}{2} \sin \gamma$. Es ist also seine Aenderung durch die Drehung um den Winkel γ im letztern Fall grösser, weil der Winkel α nur wenige Grade beträgt. Man stellt den Apparat zuerst wie einen Spektral-Apparat ein, indem man den Spalt s_1 mit Natronlicht beleuchtet, stellt dann den Spalt s_2 sechs Centimeter von der Linse l_2, — er steht dann in ihrem Focus — und zieht nun die Linse l_3 so weit heraus, dass der Spalt s_2 deutlich sichtbar ist. Jetzt bringt man s_1 in eine solche Entfernung von der Linse l_2, dass man das Bild des Spaltes s_1 mit dem Spalt s_2 zugleich deutlich sieht. Dem Spalt s_1 gibt man, im allgemeinen, eine Breite von $^1/_3$ mm etwa, und gibt dem Spalt s_2 eine solche Breite, dass er ebenso breit erscheint, wie das in seiner Ebene entworfene Bild des Spaltes s_1. Dieses füllt dann den Spalt s_2 vollständig aus, wenn das kleine Keppler'sche Fernrohr mit den Linsen l_2 und l_3, welches um die Axe des Tischchens mit dem Flintglasprisma p drehbar ist, durch Drehung passend gestellt ist. Sowohl das Spaltrohr als das Fernrohr können durch je drei Stellschrauben in ihren Lagern gedreht werden, dass das Bild des Spaltes s_1 von der Mitte des Gesichtsfeldes des Keppler'schen Fernrohrs weder nach oben, noch nach unten abweicht, und das vom Spaltrohr ausgehende Licht das von mir angegebene Polarisationsprisma p_2 axial, oder nahezu axial, passiert. Das Bild des Spaltes s_1 kann dann durch Drehung des Polarisators p_2 völlig verlöscht werden. Man kann nun diese Linse l_3 weiter herausziehen, während der Spalt s_2 seine Stellung unverändert behält, bis das Bild des Diaphragmas mit der Platte q deutlich erscheint. Seine

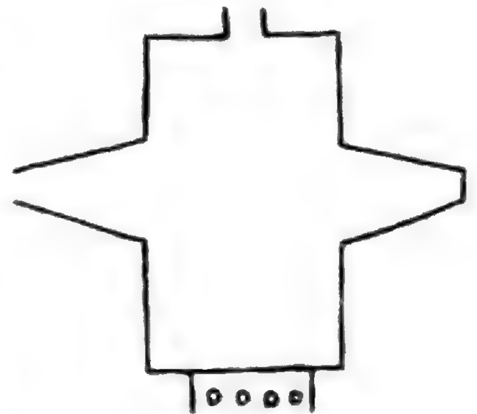
beiden Hälften werden im allgemeinen verschieden hell erscheinen; dreht man indes das Polarisationsprisma p_2, bis das Licht einer Hälfte verlöscht, so wird man durch eine kleine Drehung desselben von dieser Lage aus eine solche finden, bei der die beiden Hälften gleich hell sind, und eine Drehung von wenigen Hundertsteln eines Grades von dieser letztern genügt, um einen merklichen Helligkeitsunterschied der beiden Hälften in ihrem Bilde im Fernrohr hervorzubringen.

Beleuchtet man nun den Spalt s_1 mit weissem Licht, und schiebt die Linse l_3 wieder so weit hinein, dass der Spalt s_2 sichtbar ist, so erscheint er in derjenigen Spektral-Farbe, welche von dem durch das Flintglasprisma p in seiner Ebene entworfenen Spektrum auf ihn fällt, und zieht man nun die Linse l_3 soweit heraus, dass man das Diaphragma mit der Quarzplatte q erblickt, so erscheint dies in dieser Farbe. Um die erblickte Farbe zu charakterisieren, stellt man die Linse l_3 auf den Spalt s_2 ein, und beleuchtet den Spalt s_1 mit Lithium-, Natron-, Thallium-, Strontium-, Rubidium-Licht, und merkt die Stellung des Keppler'schen Fernrohrs mit Hilfe des mit ihm fest verbundenen Nonius an der Teilung am Rande des Tischchens, wenn das Bild des Spaltes s_1 von einer dieser Flammen beleuchtet im Spalt s_2 erscheint. Oder man verengt den erstern und erhellt ihn mit Tageslicht, bis die Fraunhofer'schen Linien im zweiten sichtbar werden. Die Stellungen des Fernrohrs, bei denen je eine von ihnen in seiner Mitte erscheint, bemerkt man gleichfalls an der erwähnten Teilung. Man erhält so eine ausreichende Anzahl fest bestimmter Stellungen des Fernrohrs, bei denen genau charakterisierte homogene Farben durch den Spalt s_2 gehen, für die man das Drehungsvermögen des zu untersuchenden Stoffes mit dem Spektrosaccharimeter bestimmen kann.

Das Spektrosaccharimeter bedarf einer hellen Lichtquelle

und ich habe lichtstarke Lampen mit eigens konstruierten Lichtkondensatoren angewandt. Die Lampen sind Petroleumlampen von mindestens 36 Kerzen Lichtstärke, sogenannte Blitzlampen, welche eine sehr weisse, an blauem und brechbarerem Licht reiche Flamme geben. Der Lichtkondensator, dessen Gestalt Figur 2 zeigt, konzentriert möglichst alles von der runden Flamme der Blitzlampe ausgesandte Licht auf die kleine kreisförmige Oeffnung desselben von 2 cm Durchmesser, aus der das Licht aus ihm austritt, und der möglichst nahe der Spalt s_1 des Spektrosaccharimeters gebracht wird. Er besteht aus einem Blechkasten, dessen Innenwände mit Neusilberplatten belegt sind; die Platten an den Wänden des Kastens, in welche die konischen Kondensatoren nicht eingesetzt sind, divergieren nach der Oeffnung des Lichtkondensators, so dass das auf sie fallende Licht dem konischen Kondensator zugespiegelt wird, aus dem das Licht austritt. Diese konischen Kondensatoren sind innen polierte Kegel aus Neusilberblech, welche an ihrem breiteren Ende eine Weite von etwa 10 cm, an ihrem schmalen eine solche von etwa 2 cm haben. Der eine von ihnen ist an seinem schmalen Ende durch eine Platte von Neusilber verschlossen, welche das auf sie konzentrierte Licht wieder aus dem Kondensator zurückwirft und dem andern zuschickt. Der Lichtkondensator trägt an seinem untern Ende einen durchlöcherten Hals und an seinem obern einen kurzen schornsteinartigen Ansatz, um den Luftwechsel im Innern des Kastens zu begünstigen. Er gibt eine starke Konzentration des Lichts an seiner kleinen kreisförmigen Oeffnung.

Fig. 2.



Ich gebe hier einige Einstellungen auf gleiche Helligkeit

der beiden Hälften des Diaphragmas mit der Platte q, für die Stellung des Polarisators p_2, bei der eine kleine Drehung desselben von der Einstellung auf gleiche Helligkeit den grössten Helligkeitsunterschied der beiden Hälften bewirkt, während keine Röhre mit Flüssigkeit im Apparat lag. Ich bemerke dazu, dass diese Beobachtungen vor der Herstellung des Lichtkondensators mit einer einfachen Gaslampe angestellt sind, welche mit einem schwarzen Blechcylinder mit spaltförmigem Ausschnitt umkleidet war. Sie sind im roten, grünen und blauen Licht des Spektrums ausgeführt, von dem das Blau das äusserste gerade noch sichtbare des Spectrums der Gasflamme war. Die mit einem Fragezeichen versehene Einstellung im Blau habe ich ausgeschlossen, weil ich während derselben gestört wurde. Ausser dem Mittel der einzelnen Einstellungen ist die grösste Abweichung von ihm in Graden und Minuten angegeben.

Rot	Grün	Blau
4·02°	3·43°	2·31°
4·02°	3·43°	2·28°
3·99°	3·46°	2·50° (?)
3·96°	3·43°	2·40°
3·997°	3·437°	2·330°
Gr. A.	Gr. A.	Gr. A.
·037°	·023°	·070°
= 2·2′	= 1·4′	= 4·2′

Ich teile hier weiter eine Anzahl Einstellungen mit, welche sowohl ohne Röhre, wie die vorigen, als nach dem Einlegen einer solchen von 2·16 Decimeter Länge in das Spektrosaccharimeter, welche mit schwach konzentrierter Zuckerlösung gefüllt war, angestellt sind. Ich konnte sie durch die Güte des Herrn Geheimrat Professor Dr. Scheibler in dessen Laboratorium ausführen, wofür ich ihm hier meinen aufrichtigsten Dank ausspreche, in dem ich die ersten Prüf-

ungen des Spektrosaccharimeters anstellte. Sie sind für die dem Natronlicht entsprechende Stelle des Spektrums ausgeführt.

D.

Ohne Röhre.	Mit Röhre.
13·40°	15·45°
13·46°	15·49°
13·43°	15·46°
13·45°	15·467°
13·435°	
Gr. A.	Gr. A.
·035°	·023°
= 2·1′	= 1·4′

Sie ergeben, auch wenn die Röhre mit Flüssigkeit im Spektrosaccharimeter liegt, keine grössere Unsicherheit der Messung. Die Röhren müssen hier mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden; wenn ihre Endflächen nicht parallel sind, stellen sie, mit Flüssigkeit gefüllt, ein Flüssigkeitsprisma dar, und bei ihrem Einlegen in das Spektrosaccharimeter kann dann das Spektrum in der Ebene des Spaltes s_2 verschoben werden, und die Farbe des Spektrums sich ändern, welche durch ihn geht. Die Röhren werden deshalb bei ihrer Herstellung auf die Parallelität ihrer Endflächen geprüft, indem der Spalt s_1 mit Natronlicht beleuchtet wird, die Linse l_3 auf den Spalt s_2 eingestellt und dieser so erweitert wird, wenn nötig, dass ihn das Bild des Spaltes s_1 ganz ausfüllt. Dies letztere darf sich dann bei dem Einlegen und Drehen der mit Flüssigkeit gefüllten Röhre im Spektrosaccharimeter gegen den Spalt s_2 nicht verschieben. Am besten ist es, wenn die Verschlussringe der Röhren mit einer Marke versehen werden, erst mit Wasser gefüllt, und mit der Marke nach oben eingelegt werden, und dann die Anfangsstellung des Polarisators p_2 bestimmt wird. Hierauf werden die Röhren mit der drehenden Flüssigkeit gefüllt und wieder

mit der Marke nach oben untersucht. Zum Zwecke von Analysen empfiehlt sich die Benutzung des grünen Lichtes des Spektrums, indem man den Spalt s_1 einmal etwa mit Thalliumlicht beleuchtet, und die Stellung des Fernrohrs an der ihm zugehörigen Teilung merkt, bei der das Bild des Spaltes s_1 in dieser Farbe den Spalt s_2 ausfüllt. Grün ist für das Auge sehr angenehm, was bei einer grössern Anzahl von Messungen von Belang ist, und die Einstellung in dieser Farbe eine sehr sichere.

Ich hoffe, dass das Spektrosaccharimeter auch dem spektralen Studium der Circularpolarisation der Kristalle nützliche Dienste leisten wird, wenn es mit passenden Einrichtungen versehen wird, dass es die allgemeinere Untersuchung der Rotationsdispersion erleichtern und der quantitativen drehungmessenden Analyse förderlich sein wird. Das Spektrosaccharimeter wird von der Firma Lisser und Benecke in Berlin hergestellt.

Oeffentliche Sitzung

zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königlichen Hoheit des Prinz-Regenten

am 15. November 1890.

Wahlen.

Von der mathematisch-physikalischen Classe wurden gewählt und von Seiner Königlichen Hoheit dem Prinz-Regenten bestätiget:

zum ausserordentlichen Mitgliede:

Herr Dr. Walther Dyck, Professor der Mathematik an der technischen Hochschule zu München;

zu correspondirenden Mitgliedern:

1. Herr Dr. Ernst Mach, Professor der Physik an der Deutschen Universität zu Prag;
2. Lord John William Rayleigh, Professor der Physik an der Royal Institution zu London.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis December 1890.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. u. histor. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1890 Bd. II. Heft III verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions. Vol. XIII. part 1. 1890. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verhandelingen. Afd. Natuurkunde. Deel XXVII. 1890. 4⁰.

Société des études scientifiques in Angers:

Bulletin. 18ᵉ année 1888. 1889. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. 12 Nr. 1—6 u. General Index zu Vol. 1—10. 1890. 8⁰.

American Journal of Mathematics. Vol. XII, 3. 4. 1890. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bamberg:

XV. Bericht. 1890. 8⁰.

K. natuurkundige Vereeniging in Batavia:

Tijdschrift. Bd. 49. 1890. 8⁰.

Museum in Bergen:

Aarsberetning for 1889. 1890. 8⁰.

Centralbureau der internationalen Erdmessung in Berlin:

Verhandlungen der 1889 in Paris abgehaltenen neunten allgemeinen Conferenz der internationalen Erdmessung. 1890. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 23. Jahrgang. Nr. 11—17. 1890. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 41. Heft 4. Bd. 42. Heft 1. 2. 1890. 8⁰.
Register zu Bd. 31—40. 1890. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Berlin:

Mittheilungen. Nr. 1215—1243. Jahrg. 1889. 1890. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie 1890. Bd. IV. Nr. 5—19. 1890. 8⁰.
Band III. Register. Leipzig und Wien 1890. 8⁰.
Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft. Jahrg. 1889—90. Nr. 13—18. 8⁰.

K. preussisches geodätisches Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten. I. Ordnung. 1890. 4⁰.
Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde. II. Mitth. 1890. 4⁰.
Jahresbericht. 1889—90. 1890. 8⁰.

K. preussisches meteorologisches Institut in Berlin:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1890. Heft 1. 4⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1890. Nr. 23—52. 1891. Nr. 1. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 10. Jahrg. 1890. Heft 7—12 (Juli—Dezember). gr. 8⁰.

Schweizerische geologische Commission in Bern:

Beiträge zu einer geologischen Karte der Schweiz. Lief. XVI. 1890. 4⁰.

Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Neue Denkschriften. Bd. XXXII. Abth. 1. Basel 1890. 4⁰.
Atti della società elvetica delle scienze naturali adunata in Lugano. 9—11. September 1889 (nebst franz. Uebersetzung). Lugano 1890. 8⁰.

Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. VII. part 1. 1889—90. 8⁰.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 46. Bd. 2. Hälfte. 47. Bd. 1. Hälfte. 1889/90. 8⁰.

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 42. 1888. 8⁰.

Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 3e Série. Tom. IV et V, 1 et Appendix aux Vol. IV. et V. 1888/89. 8°.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXIV. 1889. 8°.

Académie R. de médecine in Brüssel:

Bulletin. IV. Série. Tom. IV. Nr. 6—11. 1890. 8°.
Mémoires couronnés in 8°. Tom. X. Fasc. 2. 3. 1890. 8°.

Société entomologique in Brüssel:

Annales. Tom. XXXIII. 1889. 8°.

Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Természettudományi Értekezések. (Naturw. Abhandlungen.) XVIII, 6. 7. XIX, 1—10. 1889—90. 8°.
Mathematikai Értekezések. (Mathematische Abhandlungen.) XIV, 2. 3. 1889. 8°.
Mathematikai Értesítö. (Mathem. Anzeiger.) VII, 4—9. VIII, 1—5. 1889—90. 8°.
Mathematikai Közlemények. (Mathem. Mittheilungen.) Bd. XXIII, 4. 1889. 4°.
Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. VII. Berlin 1890. 8°.

Ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Budapest:

Daday, Myriopoda regni Hungariae. 1889. 4°.
Ulbricht, Analysis vini. 1889. 8°.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando, Cadiz:

Catalogo de la biblioteca. 1889. 8°.
Almanaque nautico para el año 1892. 1890. 8°.
Anales. Seccion 2a. Año 1889. 1890. fol.

Geological Museum in Calcutta:

Records of the geological Survey of India. Vol. XXIII, 2. 3. 1890. 8°.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VII. Part 2. 1890. 8°.

Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass:

Bulletin. Vol. XX. Nr. 1—3. 1890. 8°.
Bulletin. Vol. XVI. Nr. 9. 1890. 8°.

Accademia Gioenia in Catania:

Bullettino mensile. Marzo e Apr. 1890. N. Ser. fasc. XIII. e. XIV. 8°.

Elisha Mitchell scientific Society in Chapel Hill, North Carolina:

Journal. Vol. VI. part 2. 1890. 8°.

K. sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1888. II. Hälfte oder Abth. III. 1890. 4°.

Norwegische Commission der Europäischen Gradmessung in Christiania:

Geodätische Arbeiten. Heft VI. VII. 1888. 4°.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. N. F. 33. Jahrg. 1888/89. 1890. 8°.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1890. Nr. 50—99. fol.

Academia nacional de ciencias in Córdoba (Rep. Argent.):

Boletin. Tom. X. Nr. 3. Buenos-Aires 1889. 8°.
Actas. Tom. VI. Text und Atlas. Buenos-Aires 1889. 4°.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Monographie der baltischen Bernsteinbäume, von H. Conwentz. 1890. 4°.
Schriften. N. F. Bd. VII. Heft 3. 1890. 8°.

École polytechnique in Delft:

Annales. Tom. V. livr. 3. 4. Tom. VI. livr. 1. Leiden 1890. 4°.

Colorado scientific Society in Denver, Col.:

Proceedings. Vol. III. part 2. 1889. 8°.

Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. Bd. 9. Heft 1. 1889. 1890. 8°.
Schriften. V. 1890. 4°.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. 1889. Juillet—Décembre. 8°.

Royal Irish Academy in Dublin:

Proceedings. III. Series. Vol. I. part 3. 1890. 8°.

Royal Dublin Society in Dublin:

The scientific Proceedings. N. S. Vol. VI. part 7—9. 1889/90. 8°.

Pollichia in Dürkheim a. H.:

Mittheilungen. Nr. 1—4. Dürkheim und Neustadt 1888—90. 8°.

Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. VI. part 1. 1890. 8⁰.

Royal Society in Edinburgh:

Proceedings. Vol. XV. XVI. Session 1887—88 and 1888—89. 1887—89. XVII. p. 1—400. 1890. 8⁰.
Transactions. Vol. XXXIII. part 3. Vol. XXXIV. part 1—4. 1888—90. 4⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. IVa Serie. Tom. XIII. disp. 2. 1890. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Bericht. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften. 7. Jahrg. 1889/90. Nr. 12. 8. Jahrg. 1890/91. Nr. 1—7. 8⁰.
Societatum Litterae 1890 Nr. 1—9. 8⁰.

Observatoire in Genf:

Résumé méteorologique de l'année 1889. 1890. 8⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:

Mittheilungen. XXVI. Vereinsjahr 1889. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1889. 1890. 8⁰.

Kaiserlich Leopold. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXVI. Nr. 11—20. 1890. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 63. Heft 1—5. 1890. 8⁰.

Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XXIV, Nr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom af Finnlands Natur och Folk. Heft 48. 1889. 8⁰

Royal Society of Tasmania in Hobarttown:

Papers and Proceedings for 1889. Tasmania 1890. 8⁰.

Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 24. Heft 4. 1890. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1889. Heft 1—9. Berlin 1890. qu. 4⁰.

Aerztlicher naturwissenschaftlicher Verein in Klausenburg:

3 Hefte der Zeitschrift Értesitő. 1890. 8⁰.

Physikalisch ökonomische Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. 30. Jahrg. 1889. 1890. 4⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Naturvidensk. Afd. Bd. V. Nr. 3. Bd. VII. 1. 2. 1890. 4⁰.

Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik (Arbeiten). Mathem. Classe. Bd. XVI. XVII. 1889—90. 4⁰.
Rozprawy (Sitzungsberichte). Mathematische Classe. Bd. 19. 20. 1889/90. 8⁰.
Sprawozdanie Komisyi fizyjograficznej. tom. 22—24. 1888—89. 8⁰.
Zbiór wiadomości do antropolgii krawjowej. tom. 13. 1889. 8⁰.
Atlas geologiczny. I. II. 1887—88. 8⁰ und Atlas in fol.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3ᵉ Série. Vol. XXV. Nr. 101. 1890. 8⁰.

Sternwarte in Leiden:

Annalen. Vol. 5. 6. 1890. 4⁰.
Verlag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden. a) 1886—1888. b) 1888—1889. 1888—89. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil IX. Heft 2. 3. 1890. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 25. Jahrg. Heft 2. 1890. 8⁰.
Catalog der Astronomischen Gesellschaft. Abtheilung I. Stück 4 und 14. 1890. 4⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Abhandlungen der mathem.-physik. Classe. Bd. XVI. Nr. 1. 2. 1890. 4⁰.
Berichte. Mathem.-physik. Classe. 1890. 1. 2. 1890. 8⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 42. Heft 1—11. 1890. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1889. 1890. 8⁰.

K. K. Bergakademie in Leoben:

Programm für das Studienjahr 1890/91. 1890 fol.

Karpathenverein in Leutschau:

Jahrbuch. XVII. Jahrg. 1890. Igló 1890. 8⁰.

Akademie der Wissenschaften in Lissabon:

Memorias. Classe de sciencias mathematicas. N. Ser. Vol. VI. parte 2. 1887. 4⁰.
Journal de sciencias mathematicas. Nr. 31. 32. 34—48. 2ª Ser. Nr. 1—4. 1881/90. 8⁰.
V. Machado, A Electricidade. 1887. 8⁰.
E. A. Motta, Lições de pharmacologia. 1888. 8⁰.
A. X. Pereira Coutinho, Curso de silvicultura. Tom. 1. 2. 1886—87. 8⁰.

Zeitschrift „La Cellule" in Löwen:

La Cellule, Recueil de cytologie et d'histologie générale. Tom. I, 1. 2. II, 1. 2. III, 1—3. IV, 1. 2. V, 1. 2. VI, 1. 1884—90. 4⁰.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 47. Nr. 291. Vol. 48. 292—294. 1890. 8⁰.
Philosophical Transactions. Vol. 180. part I. II. 1890. 4⁰.
List of Members. 30th November 1889. 4⁰.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 50. Nr. 8. 9. and Appendix to Vol. 50. Vol. 51. Nr. 1. 1890. 8⁰.
Memoirs. Vol. 49. part II. 1887—1889. 1890. 4⁰.

Chemical Society in London:

Journal. Nr. 332—337. July—December 1890. 8⁰.
Proceedings. Session 1890—91. Nr. 86. 87. 1890. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 46. part 1—4. 1890. 8⁰.
List of Members. Nov. 1st 1890. 8⁰.

Linnean Society in London:

Proceedings. Nov. 1887 — June 1888. 1890. 8⁰.
Journal. 1. Zoology. Vol. 20. Nr. 122. 123. Vol. 21. Nr. 133—135. Vol. 23. Nr. 141—144. 2. Botany. Vol. 25. Nr. 171. 172. Vol. 26. Nr. 174. Vol. 27. Nr. 181—182. 1889—90. 8⁰.
Transactions. 2d Ser. Zoology. Vol. 5. part 4. 1890. 4⁰.
List of the members. Jan. 1890. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal of the R. M. S. 1890. part 4—6. 8⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1890. Part I—III. 8⁰.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 42. Nr. 1075—1093. Vol. 43. Nr. 1094—1104 und Index zu Vol. 42. 1890. 4⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XVII. Livr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Washburn Observatory in Madison:

Publications. Vol. VI. part 1 and 2. 1890. 4⁰.

Government central Museum in Madras:

Notes on the Pearl and Chank Fisheries by Edgar Thurston. 1890. 8⁰.
Catalogue of the Batrachia salientia by Edgar Thurston. 1888. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht und Abhandlungen 1889. 1890. 8⁰.

Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. Nr. XXXVI. XXXVII. 1890—91. fol.

Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 32. Fasc. 1—4. 1889. 8⁰.
Atti della fondazione scientifica Cagnola. Vol. VIII. 1888. 8⁰.

Literary and Philosophical Society in Manchester:

Memoirs and Proceedings. IV. Serie. Vol. 3. 1890. 8⁰.

Public Library of Victoria in Melbourne:

Fred. Mac Coy's Prodromus of the Zoology of Victoria. Decade XX. 1890. 8⁰.

Observatorio meteorológico magnético in Mexico:

Boletin mensual. Vol. II. Nr. 5—12. 1890. 4⁰.

Sociedad cientifica „Antonio Alzate" in Mexico:

Memorias. Tom. 3. Nr. 9. 10. 1890. 8⁰.

Sociedad Mexicana de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. II. Serie. Tom. I. Nr. 7 und 8. 1890. fol.

Sociedad de geografia in Mexico:

Boletin. IVᵃ epoca. Tom. I. Nr. 6—8. 1889. 8⁰.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Mexico:

Mittheilungen. Bd. I. Heft 2. 1890. fol.

Minnesota Academy of natural sciences in Minneapolis:

Bulletin. Vol. III. Nr. 1. 1889. 8⁰.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Serie III. Vol. IX. Fasc. 1. 1890. 8⁰.

Royal Society of Canada in Montreal:

Proceedings and Transactions for the year 1889. Vol. VII. 1890. 4⁰.

Société Imperiale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1889. Nr. 4. 1890. Nr. 1. 2. 1890. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. XXI. Jahrg. Nr. 5—9. München 1890. 4⁰.

K. B. technische Hochschule in München:

Bericht für das Jahr 1889/90. 1890. 4⁰.
Programm für das Jahr 1890/91. 1890. 8⁰.

Bayerischer Dampfkessel-Revisions-Verein in München.

20. Jahresbericht 1889. 1890. 8⁰.

Société des sciences in Nancy:

Bulletin. 1890. Nr. 3—5. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. IX. Heft 3. Berlin 1890. 8⁰.

North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Report of the French Commission on the use of explosives in the presence of fire-damp in mines. part I and II. 1890. 8⁰.

American Journal of science in New-Haven:

The American Journal. Vol. 39. Nr. 232—234. Vol. 40. Nr. 235—238. 1890. 8⁰.

Observatory of Yale College in New-Haven:

Report for the year 1889—90. 8⁰.

Journal of comparative Medicine in New-York:

Journal. Vol. XI. Nr. 7—12. 1890. 8⁰.

American Museum of natural history in New-York:

Bulletin. Vol. II. Nr. 3. 4. Vol. III. p. 1—39 und 117-122. 1889—90. 8⁰.
Annual Report for the year 1889—90. 1890. 8⁰.

American chemical Society in New-York:

Journal. Vol. XII. Nr. 6—8. 11. 1890. 8⁰.
Bulletin. First general Meeting held at Newport, August 6th and 7th. 1890. 8⁰.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XXII. Nr. 2. 3. 1890. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1889. 1890. 8⁰.

Geological and Natural history Survey in Ottawa, Canada:

List of Canadian Hepaticae by W. H. Pearson. Montreal 1890. 8⁰.
Catalogue of Canadian Plants by John Macoua. Part V. Montreal 1890. 8⁰.

Radcliffe Observatory in Oxford:

Results of the astronomical and meteorolog. Observations. Vol. 46. for the year 1886. 1890. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. Anno 1890. Tom. IV. Nr. 4. 1890. 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tom 4. fasc. 5. 6. 1890. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 110. Nr. 25. 26. Tom. 111. Nr. 1—25. 1889—90. 4⁰.
Oeuvres de Aug. Cauchy. II. Sér. Tom. VII. VIII. 1889—90. 4⁰.

Académie de médicine in Paris:

Mémoires. Tom. XXXII, 2. XXXIII, 1. 2. XXXIV, 1. 2. XXXV, 1. 2. 1879—87. 4⁰.
Bulletin. 1890. Nr. 25—51. 8⁰.
Rapport sur les vaccinations 1857—1886. 8⁰.
Rapport de la commission de l'hygiène de l'enfance 1873—1888. 8⁰.

École Polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 59e. 1889. 4⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 583—588. Juillet—Déc. 1890. gr. 8⁰.

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. IIe Série. Vol. X. Fasc. 2. IIIe Série. Vol. I. Fasc. 1. 2. 1888/89. 4^{0}.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. 1890. Nr. 109—113. 115. 116. 118—120. gr. 8^{0}.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IIIe Série. Tom. 12. Fasc. 3. 1889. 8^{0}.

Société de géographie in Paris:

Bulletin. 7e Série. X. 1e et 2e trimestre. 1890. 8^{0}.
Comptes rendus 1890. Nr. 12—15. 8^{0}.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XIV. Nr. 7. 8. Tom. XV. Nr. 6. 8. 9. 1889—90. 8^{0}.
Mémoires. Tom. III. part 1—3. 1889. 8^{0}.
Compte-rendu des séances du congrès international de zoologie à Paris 1889. 1890. 8^{0}.

Accademia medico-chirurgica in Perugia:

Atti e rendiconti. Vol. II. Fasc. 2. 3. 1890. 8^{0}.

Académie impériale des sciences in Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Bd. XIII. 1890. 4^{0}.

Universitäts-Bibliothek in St. Petersburg:

Travaux de la société des naturalistes. Vol. XIX (Botanique); XX (Botanique); Vol. XX (Géologie); XX, 1 und XXI, 1 (Zoologie); XX, 5 (Physique). 1888—90. 8^{0}.

Comité géologique in St. Petersburg:

Bulletins. Vol. VIII. Nr. 9 u. 10. Vol. IX. Nr. 1—6 et Supplement du tom. IX. 1890. 8^{0}.

Chemisch-physikalische Gesellschaft bei der kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XXII. Nr. 6—8. 1890. 8^{0}.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1889. Theil. 1. 1890. 4^{0}.

Alumni Association in Philadelphia:

26th annual Report for the year 1889—90. 1890. 8^{0}.

Wagner Free Institute of Science in Philadelphia:

Transactions. Vol. 3. 1890. 8^{0}.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. 27. Nr. 131. Vol. 28. Nr. 132. 133. 1889–90. 8⁰.

Reale Scuola normale superiore in Pisa:

Annali. Vol. XII. 1889. 8⁰.

Società Toscana di Scienze Naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. VII. pag. 81—170. 1890. 4⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Časopis. Bd. 19. Heft 6. 1890. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Magnetische und meteorologische Beobachtungen. 50. Jahrg. 1890. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Regensburg:

Berichte. Heft II. 1890. 8⁰.

Naturforscher-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXXIII. 1890. 8⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista. Anno V. 1890. Nr. 5—11. 4⁰.
Annuario. 1888—90. 8⁰.
Annaes. Vol. IV, 1. 2. 1889. 4⁰.

Reale Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Serie IV. Memorie. Classe di scienze fisiche. Vol. V. 1888. 4⁰.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 42. Sessione IV—VII. Anno 43. Sessione I—III. 1889—90. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. Anno 1890. Nr. 5—10. 8⁰.

Ministero della istruzione publica in Rom:

Le Opere di Galileo Galilei. Vol. I. Florenz 1890. 4⁰.

Società Italiana delle scienze in Rom:

Memorie di matematica e di fisica. Ser. III. Vol. 7. Neapel 1890. 4⁰.

American Association for the Advancement of Science in Salem:

Proceedings. 38th meeting held at Toronto. August 1889. 1890. 8⁰.

California Academy of Sciences in San Francisco:

Proceedings. II. Ser. Vol. II. 1889. 1890. 8⁰.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Santiago (Chile):
Verhandlungen. Bd. II. Heft 2. 1890. 8°.

R. Accademia dei fisiocritici in Siena:
Atti. Ser. IV. Vol. II. fasc. 5—8. 1890. 8°.

Société des Sciences in Strassburg:
Bulletin mensuel 1890. Tom. XXIV. Fasc. 6—9. 8°.

Observatorio astronomico nacional de Tacubaya (Mexico):
Boletin. Tom. I. Nr. 1. 1890. 4°.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio:
Mittheilungen. Heft 44. Yokohama 1890. fol.

College of science, Imperial University, Tokio, Japan:
The Journal. Vol. III. part 4. Tokio 1890. 4°.

Canadian Institute in Toronto:
Proceedings. III. Ser. Vol. VII. Fasc. 2. 1890. 8°.

Museo civico di storia naturale in Triest:
Atti. Vol. VIII. (= Serie nuova vol. II.) 1890. 8°.

R. Accademia delle scienze in Turin:
Osservazzioni meteorologiche fatte nell' anno 1889. 1890. 8°.

Observatoire météorologique de l'Université d'Upsala:
Bulletin mensuel. Vol. XXI. Année 1889. 1889/90. fol.

Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool in Utrecht:
Onderzoekingen. IV. Reeks. Bd. I, 1. 1890. 8°.
F. C. Donders †. 1890. 8°.

Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:
Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1889. Deel I. 1890. 4°.

Leander Mc. Cormick Observatory of the University in Virginia:
Publications. Vol. I. part 4. 1889. 8°.

National Academy of sciences in Washington:
Memoirs. Vol. IV. part 2. 1889. 4°.

U. S. Naval Observatory in Washington:
Report for the year 1889. 1889. 8°.
Observations made during the year 1884. 1889. 4°.

Chief Signal Officer, U. S. Army in Washington:

Annual Report for the year 1889. Part. I. II. 1890. 8⁰.

U. S. Coast Survey in Washington:

Bulletin. Nr. 18. 1890. 4⁰.

U. S. Geological Survey in Washington:

Monograph XV. in 2 parts. Monograph XVI. 1889. 4⁰.
Eighth annual Report 1886—1887 in 2 parts. 1889. 4⁰.
Bulletin. Nr. 54—57. 1889. 8⁰.

K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Bd. XXXIII. 1889. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Verhandlungen 1890. Nr. 6—13. 4⁰.
Jahrbuch. Jahrg. 1890. Bd. 40. Heft 1. 2. 1890. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Wiener klinische Wochenschrift. 3. Jahrg. 1890. Nr. 27—52. 4⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 40. 1. und 2. Quartal. 1890. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. V. Nr. 3. 1890. 4⁰.

Physikalisch-medicinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXIV. Nr. 5. 1890. 8⁰.
Sitzungsberichte. 1890. Nr. 7. 1890. 8⁰.

Schweizerische meteorologische Centralanstalt in Zürich:

Annalen. 25. Jahrg. 1888. 1890. 4⁰.

Schweizerische geodätische Commission in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecksnetz. Bd. 5. 1890. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 35. Heft 1. 1890. 8⁰.

Von folgenden Privatpersonen:

Jerolim Freiherr von Benko in Wien:

Das Datum auf den Philippinen. 1890. 8⁰.

Gianni Bettini in New-York:

Aperçu sur le micro-graphophone. 1890. 4⁰.

Friedrich Goppelsroeder in Mühlhausen:

Ueber Feuerbestattung. 1890. 8⁰.

A. v. Kölliker in Würzburg:

Ueber die erste Entwickelung der nervi olfactorii. Würzburg 1890. 8⁰.
Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. II. Beitrag. Leipzig 1890. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

Vom Stosse. Eine didactische Mittheilung. S.-A.
Das Trägheitsmoment und physische Pendel im Unterrichte. S.-A.
Recension von Beetz, Leitfaden der Physik. 10 Aufl. S.-A. 8⁰.
Einfluss der Erddrehung auf die Windrichtung. S.-A.
Die zweite Elastizitäts-Constante. S.-A. 8⁰.
Ueber magnetische Astasie und das magnet. Pendel. 1890. 8⁰. S.-A.
Zur elementaren Elektrik. 1890. 8⁰. S.-A.

W. Leybold in Frankfurt:

Beiträge zur technischen Gasanalyse mittels der Bunte'schen Gasbürette. 1890. fol.

Ferdinand von Müller in Melbourne:

Second Systematic Census of Australian Plants. Part I. Vasculares. 1889. 4⁰.

Giovanni Omboni in Venedig:

Il coccodrillo fosile di Treschè, nei sette comuni. 1890. 8⁰.

L. Rütimeyer in Basel:

Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen. 1890. 8⁰.

Ormay Sándor in Beregszász (Ungarn):

Recentiora Supplementa Faunae coleopterorum in Transsilvania. Budapest 1890. 8⁰.

Augustino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. fasc. 7. 1890. fol.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 76. 1890. 8⁰.

Namen-Register.

Sach-Register.

Sitzung vom 2. Mai 1891.

Sitzung vom 6. Juni 1891.

Sitzung vom 4. Juli 1891.

Sitzung vom 7. November 1891.

Sitzung vom 5. Dezember 1891.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1891. Heft I.

München.
Verlag der K. Akademie.
1891.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 3. Januar 1891.

1. Herr AD. STEINHEIL überreicht der Classe sein mit Herrn Professor Dr. ERNST VOIT herausgegebenes „Handbuch der angewandten Optik" (Theil I) und knüpft daran einige Erläuterungen.

2. Herr M. v. PETTENKOFER legt eine Abhandlung des correspondierenden Mitgliedes der Classe, Herrn Professor Dr. GEORG RECKNAGEL in Passau „über Bestimmung und Berechnung des Luftwechsels in Wohnräumen" vor.

3. Herr WALTHER DYCK hält einen Vortrag: „über die gestaltlichen Verhältnisse der durch eine Differentialgleichung erster Ordnung zwischen zwei Variabeln definirten Curvensysteme".

Erläuterungen zu dem Handbuch der angewandten Optik von Ad. Steinheil und E. Voit.

Von Ad. Steinheil.

(Eingelaufen 3. Januar.)

Das Handbuch der angewandten Optik soll ein Hilfsbuch für den ausführenden Optiker sein, dem zu seinen Arbeiten bislang eine zusammenhängende und die neueren Untersuchungen berücksichtigende Anleitung mangelte. Es darf der Ausspruch Fraunhofer's, dass für den ausübenden Optiker

allein die Dioptrik Klügel's etwas Brauchbares liefere, noch heute als zutreffend bezeichnet werden; obwohl seitdem die Bahn brechenden Arbeiten Fraunhofer's selbst, sodann die eines Bessel, Gauss, Helmholtz, Seidel und anderer erschienen sind. Wir waren bemüht, in dem Handbuche die Resultate dieser Untersuchungen auch demjenigen zugänglich zu machen, der ausgerüstet mit den Hilfsmitteln der Algebra und Trigonometrie sich der Herstellung der optischen Instrumente widmen will.

In den einleitenden Kapiteln geben wir zuerst erprobte Methoden zur Orientirung und numerischen Bestimmung der optischen Eigenschaften der Glassorten.

Sodann stellen wir, auf die analytischen Methoden fussend, die Anschauungen zusammen, welche zur Orientirung über die Eigenschaften der optischen Systeme sowie über die von den Bildern zu erfüllenden Bedingungen dienen.

Hierbei unterlassen wir es, auf eine strenge mathematische Beweisführung einzugehen, indem wir es dem hiefür sich Interessirenden überlassen, in der einschlägigen Literatur sich Rath zu erholen.

Wir schliessen uns in diesem Theile unseres Buches enge an die von Gauss eingeführten Betrachtungen an, nur in einem wesentlichen Punkte weichen wir ab, beziehungsweise erweitern wir die Gauss'sche Theorie.

Gauss und alle Nachfolger desselben nehmen an, dass bei einem idealen optischen Systeme, die Anfangspunkte der Brennweiten für verschiedene Oeffnungen in einer zur Axe des Systemes senkrechten Ebene (der Hauptebene) liegen. Nach dieser Annahme ist die Brennweite bei grösserer Oeffnung länger als die bei kleinerer; wenn man dagegen die von dem Brennpunkte aus mit dem Radius gleich der wahren Brennweite gezogene Sphäre als Ort der Anfangspunkte der Brennweiten (als Hauptsphäre) betrachtet, erhalten alle Brennweiten des idealen Systemes gleichen numerischen Werth.

Diese letztere von uns adoptirte Anschauung ist dann mit der Gauss'schen übereinstimmend, wenn die Brennweite des optischen Systemes unendlich lang, oder die Oeffnung desselben so klein angenommen wird, dass die Hauptsphäre durch die in der Axe tangirende Ebene, die Hauptebene, ersetzt werden kann.

So treffliche Dienste die analytische Methode für die Betrachtung der Leistung eines gegebenen optischen Systemes liefert, so wenig ist dieselbe verwendbar, um die Elemente eines neu herzustellenden optischen Systemes, das bestimmten Anforderungen entsprechen soll, zu ermitteln.

Die bei Berechnung neuer optischer Systeme zu lösende Aufgabe stellt so hohe Forderungen an die Genauigkeit der Vereinigung der Strahlen, dass bei directer Lösung, wegen der vorkommenden transcendenten Funktionen, Gleichungen von höherem als 4. Grade erhalten würden. Es muss desshalb eine numerische Lösung durch geschickte Annäherung angewendet werden.

Da ausserdem eine Reihe von Bedingungen sich nicht allgemein einführen lassen, wie z. B. kleinste Entfernung zweier Flächen, die eine positive Luftlinse einschliessen etc. und da ferner von den vielen in Betracht kommenden Bedingungen nur einzelne streng erfüllt werden können, andere dagegen in den Grössen der übrig bleibenden Fehler gegeneinander abgeglichen werden müssen, so wird eine allgemeine Lösung derart complicirt, dass die Rechnung nicht mehr durchführbar ist.

Desshalb erscheint es practischer, in der Art vorzugehen, dass durch trigonometrische Rechnung die einzelnen Bedingungen nacheinander erfüllt werden und bei der Einführung jeder neuen Bedingung, die schon vorher eingeführten erfüllt bleiben.

Die richtige Wahl, in welcher Reihenfolge die Bedingungen in die Rechnung gebracht werden, ist sehr wichtig und von uns an einigen Beispielen erläutert.

Aus den späteren Kapiteln des Buches heben wir die, nach der oben erwähnten trigonometrischen Rechnungsmethode hergestellten Tabellen hervor.

Die erste Tabelle liefert für Linsen von gleicher Brennweite den Einfluss der Oeffnung; und dann für Linsen von gleicher Brennweite und Oeffnung den Einfluss der Linsenform, der Glassorte und der Linsendicke auf die übrig bleibenden Fehler im Bilde von Objectpunkten in und seitlich von der Axe.

Die zweite Tabelle ist von grösserer Bedeutung: für diese sind Doppellinsen gerechnet, alle von gleicher Oeffnung und Brennweite, sowie frei von Farben- und Kugelgestaltfehlern; und es ergaben sich die bei verschiedenen Linsenformen übrig bleibenden Fehler in Bezug auf Verzerrung, Farbenvergrösserung und Kugelgestaltfehler für eine zweite Farbe.

In einer späteren Auflage hoffen wir, diese, langwierige Rechnungen bedingende Tabelle dahin erweitern zu können, dass auch der Einfluss der Glassorten, sowie der der Linsendicken und Abstände hervortritt.

Zur Hygiene der Wohnung.

Von G. Recknagel.

(Eingelaufen 3. Januar.)

I.

1. Es wäre von praktischer Bedeutung, durch Ermittelung des Luftwechsels in zahlreichen nach Lage und Bauart verschiedenen Räumen Typen zu gewinnen, um in Anlehnung an solche Typen für jedes weitere nach Lage und Bauart beschriebene Zimmer mit einiger Annäherung das Mass des natürlichen — von Temperaturdifferenzen und Wind zu erwartenden — Luftwechsels angeben zu können. Im Besitze eines solchen Schlüssels würde man nämlich den Bewohnern, welche sich auf den natürlichen Luftwechsel verlassen, zahlenmässig sagen können, unter welchen äusseren Umständen und wie lange sie in schlechter Luft z. B. schlafen, und es ist kaum zu zweifeln, dass eine solche Erkenntniss Entschlüsse und Handlungen anregen wird, durch welche der Bevölkerung unserer Städte, die einen so grossen Theil ihres Lebens in geschlossenen Räumen zubringt, die Wohlthat einer gesunden Athemluft zugewendet werden könnte.

Für das Studium des natürlichen Luftwechsels hat die einmalige Messung der Grösse des Gesammtluftwechsels eine hervorragende Bedeutung, weil die Kenntniss desselben in Verbindung mit einer planmässigen Beschreibung derjenigen Umstände, welche für den Luftwechsel massgebend sind, zur Grundlage dienen kann für die von

mir bereits früher begründeten theoretischen Rechnungen,[1] durch welche der Luftwechsel annähernd auch für diejenigen Fälle ermittelt wird, in denen jene Umstände nicht mehr die gleichen sind. Es wird auf Grundlage einer solchen Messung und Beschreibung möglich sein, für jede Jahres- und Tageszeit anzugeben, welche Leistung ungefähr man von der Porenventilation und welche man von einer bestimmten ebenfalls nur auf Temperaturunterschiede und Winddruck begründeten Lüftungsanlage zu erwarten hat.

2. Am einfachsten wird die Messung des Gesammtluftwechsels mittelst der von Pettenkofer begründeten Methode der Kohlensäurebestimmungen ausgeführt. Die Anwendung dieser Methode hat bereits zu schönen Erfolgen geführt. Seit mittelst derselben nach dem Vorgange Pettenkofer's Breiting, Rietschel u. A. zahlreiche und systematische Untersuchungen über die Steigerung des Kohlensäuregehaltes der Schulluft ausgeführt haben, wird kaum noch ein neues Schulhaus gebaut, ohne dass eine besondere Lüftungseinrichtung vorgesehen würde. Demnach ist zu hoffen, dass auch der Privatwohnung Heil widerfahren wird, wenn man sich in den massgebenden Kreisen der Aerzte, Miether, Bauherren und Architekten gründlich und zahlenmässig überzeugt hat, wieweit das, was wir zur Zeit in unseren Wohn- und Schlafzimmern an Luftwechsel besitzen, den grössten Theil des Jahres hindurch hinter den unerlässlichen Forderungen der Hygiene zurückbleibt. —

Die bis jetzt allerdings noch wenig zahlreichen Versuche, welche ich in Gemeinschaft mit Herrn Lycealprofessor Dr. Putz ausgeführt habe, gaben Veranlassung, die Methode einer etwas eingehenderen Prüfung zu unterziehen. Dabei schien uns der chemische Theil des Verfahrens — Barytwasser mit Oxalsäure titrirt, Phenolphthalein oder Rosolsäure als Indicator — hinreichend einfach und genau; die Rechnung

1) Sitzungsberichte vom 6. Juli 1878 u. 6. Dezember 1879.

hingegen, welche die von der Chemie gelieferten Daten verwerthen soll, insbesondere dann, wenn der Beobachter im Lokale anwesend geblieben war, zu umständlich, als dass man ihr eine grosse Popularität in Aussicht stellen könnte.

Dieser Uebelstand wurde schon vor 12 Jahren empfunden von Dr. Ar. Jakoby, der in einer 1878 in der Zeitschrift für Biologie (Bd. XIV. Heft I) veröffentlichten Abhandlung die Hoffnung aussprach, durch die daselbst versuchte Behandlung des Gegenstandes „diesem Theile der praktischen Hygiene einen vielleicht etwas weiteren Leserkreis zu gewinnen". Der Verfasser macht daselbst den bemerkenswerthen Vorschlag, die Schwierigkeit, welche der Rechnung für den Fall anhaftet, dass der Beobachter im Versuchsraume anwesend war, dadurch zu umgehen, dass man genau in der Mitte der Beobachtungszeit eine dritte Kohlensäurebestimmung einschaltet und durch Combinirung der drei Bestimmungen die transcendente Grösse aus der Formel eliminirt. Dasselbe Ziel kann nach Jacoby auch dadurch erreicht werden, dass man den Mittelwerth des Kohlensäuregehaltes durch chemische Integration gewinnt.

Durch dieses Verfahren wird die bestehende Schwierigkeit auf das Experiment abgewälzt, indem man das Beobachtungsmaterial, aus welchem zwei sich kontrolirende Resultate abgeleitet werden könnten, zu einem Resultate zusammenzieht. Dasselbe dürfte demnach nicht als eine völlig befriedigende, endgiltige Lösung angesehen werden.

Im Gegensatze hiezu ist im Folgenden die Rechnung zum Gegenstande der Untersuchung gemacht, in der Absicht, dieses Geschäft möglichst zu erleichtern und abzukürzen, ohne dabei der Genauigkeit etwas zu vergeben. —

II.

Für den Fall, dass während der Zwischenzeit zwischen den beiden Kohlensäurebestimmungen in dem Versuchsraume selbst Kohlensäure nur auf Kosten des in der Luft des Raumes enthaltenen Sauerstoffs producirt wird — wie z. B. bei der Athmung von Menschen, welche sich im Sauerstoffgleichgewicht befinden — gibt, wie schon Jacoby l. c. nachgewiesen hat, die Formel von Hagenbach[1]) den Zusammenhang zwischen dem Kohlensäuregehalt c (pro mille) der zugeführten freien Luft,

dem anfänglichen Gehalte c_1,
dem schliesslichen Gehalte c_2 der Zimmerluft,
der stündlich im Zimmer selbst producirten Kohlensäuremenge l (Liter),
dem kubischen Inhalte des Zimmers K (Kubikmeter)
der stündlich zugeführten Luftmenge V (Kubikmeter)
und der Zeitdauer des Versuchs t (Stunden).

Die entsprechende Gleichung ist:

$$\frac{c_1 - c - \frac{l}{V}}{c_2 - c - \frac{l}{V}} = e^{\frac{V}{K}t} \quad \ldots\ldots (1$$

wobei e die Basis der natürlichen Logarithmen (2,718....) bedeutet. Die Voraussetzungen, welche dieser Gleichung zu Grunde liegen, sind:

1. Luftwechsel, Kohlensäureproduction, Temperatur des Zimmers und Luftdruck sind konstant.
2. Jeder kleinste Theil der zugeführten Luftmenge so-

1) Mitgetheilt von Dr. Carl Breiting in seinem Berichte an das Sanitätscollegium von Basel-Stadt über: Untersuchungen, betr. den Kohlensäuregehalt der Luft im Schulzimmern, 1870. S. 48 ff.

Die zweite Formel von Seidel setzt voraus, dass im Versuchsraume Kohlensäure producirt wird, für welche das Aequivalent an Sauerstoff nicht aus der Luft genommen wird. Die erste Formel Seidel's setzt eine Kohlensäureproduction im Versuchsraume überhaupt nicht voraus.

wohl als der producirten Kohlensäure ist sofort nach seiner Einführung mit dem jeweiligen Luftinhalte des Zimmers gleichmässig vermischt.

3. Für die während der Zeitdauer des Versuchs im Raume producirte Kohlensäure verschwindet die dazu nöthige Menge von Sauerstoff aus der Luft.
4. Werden gleichzeitig mit der Kohlensäure noch andere Gase im Raume producirt z. B. Wasserdampf, so verschwindet dafür ebenfalls eine an Volumen gleiche Luftmenge durch Absorption.

Keine dieser Annahmen wird streng erfüllt sein; eine Diskussion derselben soll indessen einer späteren Gelegenheit vorbehalten werden.

Wird während des Versuchs Kohlensäure im Raume selbst nicht entwickelt, so ist in der obigen Gleichung l gleich Null zu setzen. Es liegt also dann nur ein besonderer Fall der allgemeinen durch die Gleichung (1) gegebenen Beziehung vor, der einer besonderen Behandlung nicht bedarf.

Es wird nun die Gleichung (1) so umgeformt, dass die Berechnung von V, für welche bekanntlich die Mathematik keine exakte Vorschrift gibt, sondern uns auf den beschwerlichen Weg des Probirens verweist, mit Hilfe einer Tabelle ausgeführt werden kann.

Indem man 1 auf beiden Seiten subtrahirt und dann auf die reciproken Werthe übergeht, erhält man

$$\frac{c_2 - c - \frac{l}{V}}{c_1 - c_2} = \frac{1}{e^{\frac{K t}{V}} - 1}$$

Nun soll eine neue Grösse

$$\zeta = \frac{l}{K}$$

eingeführt werden, das Verhältniss der stündlich im Raume producirten Kohlensäure (l Liter) zu der Grösse des Raumes

(K Kubikmeter). Dieses ζ ist vermöge der verschiedenen Raummaasse, welche für l und K angewendet werden, mit den c gleichartig und derjenige Kohlensäuregehalt (ζ pro mille), um welchen bei Mangel jeder Ventilation der Kohlensäuregehalt des Zimmers in einer Stunde zunehmen würde.[1])

Dann erhält die Gleichung die Form:

$$\frac{c_2 - c - \left(\zeta : \frac{V}{K}\right)}{c_1 - c_2} = \frac{1}{e^{\frac{V}{K}t} - 1},$$

und es kommt die Grösse V, um deren Ermittelung es sich handelt, nur noch in der Verbindung $\frac{V}{K}$ vor. Man kann demnach die Schreibweise vereinfachen, indem man dieses Verhältniss — den relativen Luftwechsel[2]) — durch ein Zeichen E ausdrückt.

Zugleich soll die rechts stehende Funktion der beiden Grössen E und t künftig mit f bezeichnet werden, so dass nun die Gleichung die folgende Form erhält:

$$\frac{c_2 - c - \zeta : E}{c_1 - c_2} = f \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2$$

wobei $\zeta = \frac{l}{K}$ das Verhältniss der stündlich im Raume ent-

1) Dieselbe Grösse (ζ) ist der reciproke Werth des „Luftkubus" $\left(\frac{K}{l}\right)$ für 1 Liter stündliche Kohlensäureproduction.

2) Dem relativen Luftwechsel $\frac{V}{K}$ hat der Sprachgebrauch bereits den Namen „Stündliche Lufterneuerung" beigelegt, da man, wenn $\frac{V}{K}$ die Werte 1, 2, 3 ... hat, zu sagen pflegt, es finde in dem Raume K stündlich einmalige, zweimalige, dreimalige ... Lufterneuerung statt. Obwohl diese Benennung nicht streng richtig ist und der falschen Vorstellung, als ob nach vollzogener „Lufterneuerung" von der früheren Luft nichts mehr anwesend sei, vorschub leisten könnte, soll sie in ihrer Eigenschaft als alter Bekannter beibehalten werden.

wickelten Kohlensäure (l Liter) zum Luftinhalte des Raumes (K Kubikmeter), E das Verhältniss der stündlich zugeführten Luftmenge (V) zum Luftinhalte (K) des Raumes oder den Grad der stündlichen Lufterneuerung vorstellt und

$$f = \frac{1}{e^{Et} - 1} \text{ ist.}$$

Durch diese Umformung wird es möglich, mit einer Tafel auszukommen, in welche die Lufterneuerung E, die Zeit t und die Funktion f jener beiden Grössen mittelst doppelten Einganges zusammengefasst werden.

Die Tafel selbst wurde in zwei Abtheilungen angefertigt, von welchen sich die erste, mehr detaillirt, auf kleine, die zweite auf grössere Luftwechsel bezieht. Die erste Abtheilung gibt für die Zeiten 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 120 Minuten und die Lufterneuerungen 0,10 bis 1,00 (von 2 zu 2 Hunderteln) die Werthe der Funktion f. Die zweite Abtheilung unterscheidet sich von der ersten dadurch, dass die Lufterneuerung von 1,0 bis 3,0 von Zehntel zu Zehntel fortschreitet.

(Die Tafeln finden sich am Ende der Abhandlung auf einem besonderen Blatte.)

III.

Es soll nun die Auflösung der Gleichung

$$\frac{c_2 - c - \zeta : E}{c_1 - c_2} = f \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2$$

nach E an einigen Beispielen gezeigt werden.

Erstes Beispiel. Der Kohlensäuregehalt eines Lehrsaales hatte, nachdem die Schüler und die Beobachter denselben verlassen, in 30 Minuten von 3,55 auf 2,93 pro mille abgenommen. Es soll aus diesen Angaben der Grad der Lufterneuerung berechnet werden.

Da während der Beobachtungszeit Kohlensäure im Saale nicht producirt wurde, ist in Gleichung (2

$$\zeta = 0$$

zu setzen. Für c (den Kohlensäuregehalt der zuströmenden Luft) wird der Werth 0,4 angenommen. Somit wird

$$f = \frac{2,93 - 0,4}{3,55 - 2,93} = 4,08.$$

In Tabelle I findet man unter dem Kopfe 30 Minuten den Werth 4,08 angegeben und erhält als entsprechende Lufterneuerung $E = 0,44$. Der stündliche Luftwechsel beträgt somit 0,44 des Rauminhaltes, und da dieser 340 Kubikmeter ist, berechnet sich die stündlich zuströmende der abströmenden gleiche Luftmenge zu 0,44 · 340 oder 150 Kubikmeter.[1])

---

1) Als Beispiel einer Beschreibung der massgebenden Umstände diene folgendes:

Der Lehrsaal liegt im zweiten Obergeschosse eines frei stehenden Gebäudes und hat zwei freie mit je zwei Fenstern versehene Seitenwände, deren eine von 7,41 m Länge nach Süden, die andere 9,84 m lang, nach Westen gewendet ist. Auf der Nordseite, welche die Thüre enthält, befindet sich ein Vorzimmer, welches durch ein offenes Fenster mit der freien Luft und durch eine offene Thüre mit dem Corridor verkehrt. Auf der Ostseite ist der Saal durch eine glatte Mauer von einem geschlossenen Privatzimmer getrennt.

Die ganze Höhe beträgt 5,64 m, steigt bis zu 3,60 m glatt an und geht sodann in ein vergipstes Spiegelgewölbe über. Oberhalb ist ein luftiger Speicher, unterhalb ein ebenfalls gewölbter Lehrsaal, der vor dem Versuch durch halbstündiges offenstehen lassen aller Fenster und Thüren gelüftet worden war. Der kubische Inhalt wurde zu 340 cbm berechnet. Die innere Temperatur war anfangs 19,4, am Ende 18,4, also im Mittel 18,9° Cels., die der äussern Luft — 4° Cels. Der unterhalb liegende Saal zeigte im Mittel 8° C. Barometerstand 742 mm. Windstille.

Besondere Bemerkungen. Die Fenster schliessen mittelmässig, die Thüre sehr schlecht, die Diehlen zeigen grosse bis zu 1 cm breite Zwischenräume. Im Ofen brennt das Feuer bei offenem Aschenkasten.

Zweites Beispiel. In einem durch Luftzufuhr aus dem Freien ventilirten kleinen Zimmer von 60 Kubikmeter Inhalt sank bei Anwesenheit des Beobachters der Kohlensäuregehalt in 20 Minuten von $c_1 = 2{,}31$ auf $c_2 = 1{,}53$. Wie gross war der stündliche Luftwechsel?

In die vollständige Gleichung (2

$$\frac{c_2 - c - \zeta : E}{c_1 - c_2} = f$$

ist zunächst der Werth von $\zeta : \frac{l}{K}$ einzuführen. Da eine Person im Zimmer athmete, darf für die stündliche Kohlensäureproduktion (l) der Mittelwerth 20 (Liter) gesetzt werden. Somit ist $\zeta = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}$ und die Gleichung

$$\frac{1{,}53 - 0{,}4 - \frac{1}{3E}}{2{,}31 - 1{,}53} = f$$

durch Probiren nach E aufzulösen, d. h. man hat E so lange zu ändern, bis man denjenigen Werth von E gefunden hat, welcher bewirkt, dass beide Seiten der Gleichung den gleichen Zahlenwerth erhalten.

Nimmt man zunächst für E einen beliebigen in der ersten Kolonne der Tafel enthaltenen Werth an, z. B. $E = 1$, so gibt die Tafel in der mit 1,0 beginnenden Zeile unter dem Kopfe 20' den zugehörigen Werth von f (= 2,53). Derselbe Werth (1) von E ist in den auf der linken Seite der Gleichung stehenden Bruch einzusetzen. (Letzterer soll künftig der Kürze wegen mit β bezeichnet werden.) Es wird

$$\beta = \frac{1{,}13 - \frac{1}{3 \cdot 1}}{0{,}78} = 1{,}03.$$

Hätte man zufällig das richtige E errathen, dann wären

Nach anemometrischer Messung strömten in den Ofen stündlich 56 cbm Luft ab.

f und β gleich gross ausgefallen. Da dieses nicht der Fall ist, muss das Probiren fortgesetzt werden, und es ist der Uebersichtlichkeit wegen nützlich, die drei zusammengehörigen Werthe von E, f und β in ein Täfelchen zusammenzustellen.

t = 20 Minuten.

Nr.	E	f	β
1	1,0	2,53	1,03
2	2,0	1,05	1,28
3	1,8	1,22	1,21

Durch Zunahme von E wächst auch der Werth des Bruches β; hingegen nimmt f ab (wie aus der Tafel ersichtlich). Somit nähern sich in unserem Falle (wo $\beta < f$) die beiden Grössen β und f, wenn man E zunehmen lässt.

Anstatt aber nun in Abtheilung 2 der Tafel wieder einen beliebigen Werth von E zu wählen, scheint es förderlicher, zu erwägen, dass bei wachsendem E das β langsam zunimmt, während f rasch abnimmt. Das weist uns an, nicht E sondern f als willkürlich Veränderliche zu nehmen und seinen Werth ganz nahe an β also etwa auf denjenigen Tafelwerth zu rücken, welcher zunächst oberhalb des derzeitigen Bruchwerthes (1,03) liegt.

Damit kommt man auf $f = 1,05$.

Diesem entspricht $E = 2,0$ und

$$\beta = \frac{1,00}{0,78} = 1,28.$$

Indem man nun nochmals mit f dem β so nahe rückt als es ohne Ueberspringen seines Wertes geschehen kann, erhält man als dritte Partie zusammengehöriger Werthe

$$f = 1,22, \; E = 1,8, \; \beta = 1,21.$$

Der Unterschied zwischen f und β ist nun so klein, dass man sich bei $E = 1{,}8$ beruhigen kann.

Drittes Beispiel. Bei Anwesenheit von zwei Personen in einem Raume von 100 cbm Luftinhalt sank in 30 Minuten der Kohlensäuregehalt von 1,75 auf 1,13 pro mille. Wie gross war der stündliche Luftwechsel?

Es ist beobachtet $c_1 = 1{,}75$; $c_2 = 1{,}13$ und angenommen $c = 0{,}4$; $\zeta = \frac{2 \cdot 20}{100} = 0{,}4$. Somit ist E aus der Gleichung

$$f = \frac{0{,}73 - 0{,}4 : E}{0{,}62}$$

zu berechnen.

$t = 30$ Minuten.

Nr.	E	f	β
1	1	1,54	0,53
2	2	0,582	0,855
3	1,6	0,816	0,774
4	1,64	0,785	0,784

Man erhält für die erste willkürliche Annahme $E = 1$ die unter No. 1 eingetragenen Werthe von f und β, und geht nun wie im zweiten Beispiele mit f in Abt. 2 bis zu dem zunächst über ($\beta = 0{,}53$) liegenden Tafelwerthe 0,582. Dadurch wird $E = 2$ und $\beta = 0{,}855$. Durch Fortsetzung desselben Verfahrens wird $f = 0{,}816$; $E = 1{,}6$; $\beta = 0{,}774$ erhalten.

Nun ist der Unterschied zwischen f und β kleiner geworden, als die Differenz zweier aufeinander folgender Tafelwerthe von f (nämlich 0,816 und 0,746); und daraus folgt zunächst, dass E zwischen 1,6 und 1,7 liegt. Mit diesem

Resultate wird man in den meisten Fällen abschliessen dürfen. Will man aber eine weitere Annäherung erzielen, so kann dieselbe durch Interpolation erfolgen:

Man theilt die noch zwischen f und β bestehende Differenz (0,042) im Verhältniss der Geschwindigkeiten, mit welchen sich f und β ändern. Diese Geschwindigkeiten entnimmt man aus den Aenderungen, welche f und β bei dem Uebergange vom zweiten zum dritten Näherungswerthe des E erfahren haben. Es stehen sich in unserem Beispiel (0,816 — 0,582 =) 0,234 für f und (0,855 — 0,774 =) 0,081 für β gegenüber, welche Zahlen sich sehr nahe wie 3 : 1 verhalten, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher bei einer bestimmten Zunahme von E das f abnimmt, ist nahe dreimal so gross als diejenige, mit welcher der Bruch β wächst. Man hat demnach 0,042 in zwei Theile zu theilen, welche sich nahezu wie 3 zu 1 verhalten. Solche Theile sind 0,031 und 0,011. Lässt man f um 0,031 abnehmen und β um 0,011 wachsen, so erhalten beide den Werth **0,785**, und es ist noch das zu diesem Werthe von f gehörige E zu suchen.

E liegt zwischen 1,6 und 1,7, und die zugehörigen Tafelwerthe von f unterscheiden sich um 0,081, während unser Werth von f von dem oberen derselben um 0,031 abweicht.

Es ist also die Frage zu beantworten: Wie viel Hunderteln entspricht diese Differenz 0,031, wenn 10 Hundertel der Differenz 0,081 entsprechen? Die Antwort gibt der Werth von x in der Proportion

$$0{,}081 : 10 = 0{,}031 : x,$$

aus welcher $x = 4$ folgt.

Der letzte Näherungswerth von E ist somit 1,64. Setzt man denselben zur Probe in den Bruch ein, so erhält man die mit $f = 0{,}785$ hinreichend übereinstimmende Zahl 0,784.

IV.

Als weitere Beispiele können die für unsere Kenntniss vom natürlichen Luftwechsel fundamentalen Versuche dienen, welche Pettenkofer[1]) in den Monaten März, Oktober und Dezember des Jahres 1857 in seinem Arbeitszimmer angestellt,

1) Dr. Max Pettenkofer. Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden, München, Cotta, 1858.

aber unter Vernachlässigung seiner eigenen Kohlensäureproduktion nach der für diesen Fall ($\zeta = 0$) mit der Hagenbach'schen identischen ersten Formel von Seidel und unter der Annahme berechnet hat, dass die zuströmende Luft $0{,}5\,^0/_{00}$ Kohlensäure enthalte.

Mit Hilfe der Tafel ist es nun leicht möglich, jene Ungenauigkeit zu beseitigen. Man findet in der folgenden Zusammenstellung die Werthe der Lufterneuerung des 75 cbm grossen Zimmers unter der Annahme berechnet, dass der Kohlensäuregehalt der zuströmenden Luft $c = 0{,}4\,^0/_{00}$ war und der Beobachter stündlich 22,5 Liter Kohlensäure producirte, also ζ den Werth 0,3 hatte.

Es sind dabei zweimal die Kohlensäurebestimmungen anders combinirt, indem der Gelegenheitsversuch Nr. 5 und der vom Beobachter selbst als wahrscheinlich fehlerhaft beanstandete Versuch Nr. 11 weggelassen wurden. Im Übrigen sind die von Pettenkofer berechneten Zahlen beigesetzt.

Man sieht, dass selbst bei der ausgleichenden Annahme $c = 0{,}4$ (statt des ursprünglichen 0,5) die neuen Zahlen sämmtlich — zuweilen nicht unerheblich — grösser ausfallen wie die alten und dass zugleich die an den einzelnen Versuchstagen unter nahe gleichen Umständen gewonnene Resultate einander näher liegen, als dieses nach der älteren Berechnung der Fall war.

Wollte man den Einfluss isoliren, welchen die Vernachlässigung der Kohlensäureproduktion des im Raume anwesenden Beobachters auf das Resultat ausübt, so müsste man entweder die Versuche Pettenkofers mit $c = 0{,}5$, $\zeta = 0{,}3$ rechnen und die Resultate mit den älteren vergleichen oder, was leichter ist, meine Rechnung unter den Annahmen $c = 0{,}4$, $\zeta = 0$ wiederholen. Der Einfluss ist um so grösser, je kleiner der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft ist, und wächst bei den am stärksten betroffenen Versuchen (7—8 und 18—19) bis zu 40 Procent des Werthes an.

Zusammenstellung

der neu berechneten Pettenkofer'schen Versuche über den Luftwechsel in einem Zimmer von 75 cbm Luftinhalt, ausgeführt in den Monaten März, Oktober und Dezember des Jahres 1857.

Nr. des Originals	Dauer des Versuchs in Minuten	Beobachtet c_1 pro mille	Beobachtet c_2 pro mille	Angenommen: c pro mille	Mittlere Temperatur-Differenz Cels.	Untere Temperatur Cels.	Lufterneuerung nach neuer Berechnung	Lufterneuerung nach älterer Berechnung	Datum	Bemerkungen.
1—2	30'	6,00	3,07	0,4	21,5°	6°	1,56	1,52	7. März	**Die Beobachtungen wurden stets Mittags zwischen 11½ und 3 Uhr angestellt.**
2—3	30	3,07	2,04	„	18,5	„	1,12	1,02	„ „	Der Beobachter war im Zimmer anwesend, die Kohlensäureproduktion desselben wird zu 22,5 Liter pr. Stunde angenommen.
4—6	60	14,09	5,12	„	21,2	0	1,10	—	9. März	
6—7	60	5,12	2,15	„	18,5	0	1,10	1,03	„ „	Das Zimmer liegt hochparterre, wendet eine Seite mit Fenster nach Süden, grenzt mit zwei Wänden (östlich und nördlich) an den Hausflur, mit der 4. Wand an ein Nebenzimmer. Die östliche und westliche Wand haben je eine Thüre.
7—8	60	2,15	1,20	„	17,5	0	1,05	0,86	„ „	
9—10	40	4,84	3,94	„	5,3	17,2	0,42	0,35	20. Okt.	
10—12	65	3,94	2,98	„	4,5	19,4	0,39	—	„ „	
12—13	30	2,98	2,66	„	3,4	19,1	0,39	0,28	„ „	
13—14	15	2,66	2,38	„	3,2	18,9	0,67	0,56	„ „	**1 Fensterflügel offen.**
15—16	30	4,21	2,91	„	19,0	—1	0,93	0,86	11. Dzb.	**Die Ritzen der Fenster und Thüren waren mit Papier verklebt.** (15—16 bis 17—18)
16—17	30	2,91	2,21	„	19,0	—1	0,79	0,67	„ „	
17—18	30	2,21	1,76	„	19,3	—1	0,77	0,61	„ „	
18—19	30	1,76	1,17	„	20,5	—1	1,43	1,26	„ „	**Heizung offen.**

Die Versuche sind in demselben Zimmer in verschiedenen Jahreszeiten bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Die Motoren des Luftwechsels können jedesmal nur zwei gewesen sein: Temperaturdifferenz und Winddruck. Macht man die Hypothese, dass erstere allein wirkte — also die Messungen, wie es nach einer mir durch die Güte des Herrn Autors zugekommenen mündlichen Mittheilung in der That angestrebt wurde, bei Windstille ausgeführt sind — so lassen sich die vier Mittelwerthe (1 — 3), (4 — 8), (9 — 13), (15 — 18) vergleichbar machen, indem man aus jedem derselben den Luftwechsel berechnet, welcher stattgefunden hätte, wenn die äussere Temperatur 0° C., die innere +1° C. gewesen wäre.

Der durch Temperaturdifferenzen veranlasste Luftwechsel ist, insoferne er nur durch kapillare Wege stattfindet, der Gewichtsdifferenz zweier Luftsäulen von gleicher Höhe (h) proportional, und zwar, wenn die äussere Temperatur t, die innere T, der Barometerstand B ist, dem Ausdrucke

$$h \cdot 1{,}293 \frac{B}{760} \left(\frac{1}{1+\alpha t} - \frac{1}{1+\alpha T}\right),$$

welcher ersetzt werden kann durch

$$h \cdot 1{,}293 \frac{B}{760} \frac{T-t}{273+T+t}.$$

Der Luftwechsel eines Zimmers von constanter Beschaffenheit ist demnach der Temperaturdifferenz nicht streng proportional, sondern auch einigermassen von den Temperaturen selbst beeinflusst.

Für $t = 0$, $T = 1$ erhält man

$$h \cdot 1{,}293 \frac{B}{760} \cdot \frac{1}{274}.$$

Es stehen somit die Lufterneuerungen E und E_0, welche in demselben Raume einerseits bei den allgemeinen Tempe-

raturen (T, t), andererseits bei den besonderen (1° und 0° C.) vor sich gehen, in der Proportion:

$$E : E_0 = \frac{T - t}{273 + T + t} : \frac{1}{274},$$

oder es ist

$$E_0 = \frac{E}{T - t} \cdot \frac{273 + T + t}{274}.$$

Die Vernachlässigung des zweiten Faktors beträgt z. B. bei $T = 24°$, $t = 10°$ . . . 12 Prozent des Werthes von E_0 (der reducirten Lufterneuerung).

Ich habe nun aus den umgerechneten Versuchsresultaten Pettenkofers die E_0 berechnet und als Mittelwerthe erhalten:

Für den	7. März	$E_0 = 0{,}075$	bei	$t = 6°$ C.
„ „	9. „	$E_0 = 0{,}061$	„	$t = 0°$ C.
„ „	20. Okt.	$E_0 = 0{,}108$	„	$t = 19°$ C.
Für den	11. Dez.	$E_0 = 0{,}047$	bei	$t = -1°$ C.

Die reduzirten Lufterneuerungen (E), welche unter der Voraussetzung, dass die E in einem Raume von constanter Durchlässigkeit der Begrenzung durch Temperaturdifferenzen allein veranlasst seien, gleich gross ausfallen müssten, weichen demnach erheblich von einander ab.

Dass die Beobachtungen vom 11. Dez. einen kleineren Werth von E_0 liefern, ist selbstverständlich, da sie nach absichtlicher Verminderung der Durchlässigkeit durch Verklebung der Thür- und Fenster-Ritzen mit Papier angestellt worden sind. Die übrigen drei Werthe ordnen sich offenbar nach den äusseren Temperaturen, in dem Sinne, dass sie um so grösser ausfallen, je höher jene Temperaturen sind, und der Zusammenhang ist ein so einfacher, dass sich die 3 reduzirten Lufterneuerungen durch die Formel

$$E_0 = 0{,}061 + 0{,}0025\ t$$

exakt darstellen lassen.

Demnach wäre am 11. Dezember $E_0 = 0{,}0585$ zu erwarten gewesen, und der Einfluss, welchen das Verkleben der Ritzen hatte, ist auf $\frac{115}{470}$ oder ungefähr 25 Procent des beobachteten Luftwechsels anzuschlagen. Damit ist vielleicht der Beitrag, welchen die Ritzen der Fenster und Thüren zum Luftwechsel lieferten, voll bemessen, insbesondere wenn das Papier, mit welchem verklebt wurde, noch feucht war.

Im Uebrigen kann man in der einfachen Beziehung zwischen der reduzirten Lufterneuerung E_0 und der äusseren Temperatur t, wie sie in einer Gleichung von der Form

$$E_0 = a + b\,t$$

hervortritt, eine schöne Bestätigung für die an sich sehr wahrscheinliche und auch schon früher von Märker und von C. Lang ausgesprochene Ansicht finden, dass die Begrenzungen unserer Wohnräume bei höherer Temperatur für Luft durchlässiger sind als bei tiefer. Denn wenn eine solche Beziehung existirt, so kann sie jedenfalls durch eine Reihenentwickelung von der Form

$$a + b_1\,t + b_2\,t^2 + \ldots .$$

dargestellt werden, von welcher, wie es scheint, die ersten beiden Glieder für das beschränkte Intervall der Temperaturen, welches die Versuche umfassen, genügen.

Es ist nicht nöthig, bei der Beziehung zwischen der Durchlässigkeit der Wohnungsgrenzen und der Temperatur die Gedanken auf die Erweiterungen zu beschränken, welche die Poren der Steine . . . durch Ausdehnung des Materiales erfahren. Es wird vielmehr neben dieser Wirkung der Wärme auch der Einfluss in Betracht zu ziehen sein, welchen sie auf die Feuchtigkeit der Wände . . . ausübt. Die Feuchtigkeit schliesst nicht nur die Poren der Steine, sondern sie verengt auch durch Quellung des Holzes die Fugen und Ritzen, denen ein grosser Antheil an der Durchlässigkeit zu-

zuschreiben ist. Hohe Temperaturen werden demnach die Durchlässigkeit auch dadurch vergrössern, dass sie zur Austreibung der Feuchtigkeit mitwirken oder deren Festsetzung (Condensation) in den Mauern verhindern.

Daraus folgt, dass man die grösste Durchlässigkeit und somit den grössten (reducirten) Luftwechsel nach einer Reihe trockener und warmer Tage, den geringsten nach kalter und feuchter Witterung, mittleren bei trockener Kälte und bei veränderlichem Sommerwetter zu erwarten hat.

Die Resultate der Pettenkofer'schen Versuche widerstreben dieser Erklärung nicht, zur Bestätigung derselben sind jedoch weitere Untersuchungen in Verbindung mit genauer Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse erforderlich.

Tafel der Werthe von $1:(e^{Et}-1)$

I. Abtheilung.

E	10′	15′	20′	25′	30′	40′	50′	60′	120′	(Min. Beobachtungszeit $t=\frac{10}{60}\ldots$)
0,10	59,5	39,5	29,5	23,5	19,5	14,5	11,5	9,5	4,5	
0,12	49,5	32,8	24,5	19,5	16,2	12,0	9,5	7,8	3,7	
0,14	42,4	28,1	20,9	16,7	13,8	10,2	8,0	6,6	3,1	
0,16	37,0	24,5	18,3	14,5	12,0	8,9	7,0	5,8	2,7	
0,18	32,8	21,7	16,2	12,8	10,6	7,8	6,2	5,1	2,3	
0,20	29,5	19,5	14,5	11,5	9,5	7,0	5,5	4,5	2,03	
0,22	26,8	17,7	13,1	10,4	8,6	6,4	5,0	4,1	1,83	
0,24	24,5	16,2	12,0	9,5	7,8	5,8	4,5	3,7	1,63	
0,26	22,6	14,9	11,1	8,8	7,2	5,3	4,1	3,4	1,47	
0,28	20,9	13,8	10,2	8,1	6,6	4,9	3,8	3,1	1,34	
0,30	19,5	12,8	9,5	7,5	6,2	4,52	3,53	2,86	1,22	
0,32	18,3	12,0	8,9	7,0	5,8	4,22	3,28	2,65	1,13	
0,34	17,2	11,3	8,3	6,6	5,4	3,94	3,06	2,47	1,05	
0,36	16,2	10,6	7,8	6,2	5,1	3,69	2,86	2,31	0,97	
0,38	15,3	10,0	7,4	5,8	4,8	3,46	2,69	2,17	0,89	
0,40	14,5	9,5	7,0	5,5	4,52	3,27	2,53	2,03	0,82	
0,42	13,8	9,0	6,7	5,2	4,29	3,11	2,39	1,91	0,76	
0,44	13,1	8,6	6,4	4,9	4,08	2,94	2,26	1,81	0,71	
0,46	12,5	8,2	6,1	4,7	3,87	2,79	2,14	1,71	0,66	
0,48	12,0	7,8	5,8	4,5	3,69	2,65	2,03	1,62	0,62	
0,50	11,5	7,5	5,5	4,31	3,53	2,53	1,93	1,54	0,58	
0,52	11,1	7,2	5,3	4,13	3,38	2,42	1,84	1,47	0,55	
0,54	10,6	6,9	5,1	3,97	3,24	2,31	1,75	1,40	0,52	
0,56	10,2	6,6	4,9	3,82	3,11	2,21	1,68	1,34	0,49	
0,58	9,8	6,4	4,7	3,67	2,98	2,12	1,61	1,28	0,46	
0,60	9,5	6,2	4,52	3,53	2,86	2,03	1,54	1,22	0,43	
0,62	9,2	6,0	4,36	3,41	2,75	1,94	1,48	1,17	0,41	
0,64	8,9	5,8	4,22	3,29	2,65	1,86	1,42	1,12	0,39	
0,66	8,6	5,6	4,08	3,18	2,56	1,79	1,36	1,07	0,37	
0,68	8,3	5,4	3,94	3,07	2,47	1,73	1,31	1,02	0,35	
0,70	8,1	5,21	3,80	2,96	2,39	1,68	1,26	0,98	0,33	
0,72	7,8	5,06	3,68	2,87	2,31	1,62	1,21	0,94	0,312	
0,74	7,6	4,92	3,57	2,78	2,24	1,57	1,17	0,91	0,297	
0,76	7,4	4,78	3,47	2,69	2,17	1,52	1,13	0,88	0,282	
0,78	7,2	4,65	3,37	2,61	2,10	1,47	1,09	0,85	0,267	
0,80	7,01	4,52	3,28	2,53	2,03	1,42	1,05	0,82	0,253	
0,82	6,83	4,40	3,20	2,46	1,97	1,38	1,02	0,79	0,240	
0,84	6,66	4,29	3,11	2,39	1,91	1,34	0,98	0,76	0,228	
0,86	6,49	4,18	3,02	2,32	1,86	1,30	0,95	0,74	0,217	
0,88	6,33	4,08	2,94	2,26	1,81	1,26	0,92	0,71	0,206	
0,90	6,18	3,97	2,86	2,20	1,76	1,22	0,89	0,68	0,197	
0,92	6,04	3,87	2,79	2,14	1,71	1,18	0,87	0,66	0,188	
0,94	5,91	3,78	2,72	2,08	1,66	1,14	0,84	0,64	0,180	
0,96	5,78	3,69	2,65	2,03	1,62	1,11	0,82	0,62	0,172	
0,98	5,65	3,61	2,59	1,98	1,58	1,08	0,79	0,60	0,164	
1,00	5,52	3,53	2,53	1,93	1,54	1,05	0,77	0,58	0,156	

Tafel der Werthe von $1:(e^{Et}-1)$

II. Abtheilung.

E	10′	15′	20′	25′	30′	40′	50′	60′	120′	(Min. Beobachtungszeit $t=\frac{10}{60}\dots$)
1,0	5,52	3,53	2,53	1,93	1,54	1,05	0,769	0,582	0,156	
1,1	4,97	3,15	2,26	1,71	1,36	0,924	0,666	0,499	0,125	
1,2	4,52	2,86	2,03	1,54	1,22	0,816	0,582	0,431	0,100	
1,3	4,13	2,60	1,84	1,39	1,09	0,726	0,512	0,375	0,080	
1,4	3,80	2,39	1,68	1,26	0,98	0,648	0,452	0,327	0,065	
1,5	3,53	2,20	1,54	1,15	0,90	0,582	0,402	0,287	0,052	
1,6	3,28	2,03	1,42	1,05	0,816	0,525	0,358	0,253	0,042	
1,7	3,05	1,89	1,31	0,97	0,746	0,475	0,320	0,223	0,034	
1,8	2,86	1,76	1,22	0,90	0,684	0,431	0,287	0,197	0,028	
1,9	2,69	1,64	1,13	0,83	0,631	0,392	0,258	0,175	0,023	
2,0	2,53	1,54	1,05	0,77	0,582	0,358	0,233	0,156	0,018	
2,1	2,39	1,45	0,98	0,714	0,538	0,327	0,210	0,139	0,015	
2,2	2,26	1,36	0,92	0,666	0,499	0,300	0,190	0,125	0,012	
2,3	2,14	1,29	0,86	0,622	0,463	0,275	0,172	0,111	0,010	
2,4	2,03	1,22	0,82	0,582	0,431	0,253	0,156	0,100	0,008	
2,5	1,93	1,15	0,77	0,545	0,402	0,233	0,142	0,089	0,007	
2,6	1,84	1,09	0,725	0,512	0,375	0,214	0,129	0,080	0,006	
2,7	1,76	1,04	0,684	0,481	0,350	0,197	0,117	0,072	0,005	
2,8	1,68	0,99	0,648	0,452	0,327	0,183	0,107	0,065	0,004	
2,9	1,61	0,94	0,614	0,426	0,306	0,169	0,098	0,058	0,003	
3,0	1,54	0,90	0,582	0,402	0,287	0,156	0,090	0,052	0,0025	

Ueber die gestaltlichen Verhältnisse der durch eine Differentialgleichung erster Ordnung zwischen zwei Variabeln definirten Curvensysteme.

Von Walther Dyck.

(Eingelaufen 8. Januar.)

(Mit Taf. I bis IV.)

§ 1.

Fragestellung und Disposition.

Die Untersuchungen über die gestaltlichen Verhältnisse des durch eine Differentialgleichung erster Ordnung mit reellen Coefficienten zwischen zwei Veränderlichen x, y:

$$(1.)\qquad F\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0$$

in der Ebene (x, y) definirten Curvensystems haben sich vor allen Dingen mit den Differentialgleichungen erster Ordnung ersten Grades

$$(2.)\qquad X + Y\frac{dy}{dx} = 0$$

(wo X, Y reelle eindeutige Functionen von x, y bedeuten) beschäftigt. Unter der Voraussetzung, dass „im Allgemeinen“ die Entwicklung von X, Y an jeder endlichen Stelle x_0, y_0 nach ganzen Potenzen von $x - x_0$, $y - y_0$ möglich ist, und dabei die Glieder erster Ordnung der Entwicklung stets vor-

handen sind, lassen sich die singulären Stellen des durch die Gleichung (2.) definirten Curvensystems characterisiren durch das Verhalten der Curven des durch die Gleichung

$$(3.)\qquad (m_1 x + n_1 y) + (m_2 x + n_2 y)\frac{dy}{dx} = 0$$

gegebenen Systems im Punkte $x = 0$, $y = 0$, und es fügen sich durch eine geeignete Transformation auch etwa im Unendlichen vorhandene singuläre Stellen des Systemes (2.) in diese Characteristik ein. Je nach den Werten der reellen Coefficienten m, n in (3.) lassen sich drei Haupttypen von singulären Stellen unterscheiden — auf welche wir im Folgenden noch einzugehen haben werden.[1])

Von hier ab haben sich die Untersuchungen einmal auf specielle Fälle jener Typen ausgedehnt;[2]) weiter aber hat Poincaré in einer Reihe von Abhandlungen „Sur les courbes définies par une équation differentielle" Methoden aufgestellt, welche den Gesammtverlauf des durch eine Differentialgleichung (2.) definirten Curvensystems, welches die Ebene (x, y) einfach überdeckt, zu discutiren gestatten; überdies hat Poincaré diese Untersuchungen auch auf Differentialgleichungen höheren Grades und auf Systeme von Differentialgleichungen ausgedehnt.

Betrachten wir nun die „allgemeinen" Differentialgleichungen erster Ordnung

$$(1.)\qquad F(x, y, y') = 0,$$

---

1) Man vergleiche hierzu etwa die Entwickelungen in Serret's Differential- und Integral-Rechnung (in der Bearbeitung von Harnack) pag. 68 ff. der 2. Abt. des II. Bandes, sowie die sogleich genauer zu besprechenden Untersuchungen von Poincaré im Journal de Mathematiques Serie 3, Bd. VII und VIII; Serie 4, Bd. I und II.

2) Vergl. z. B. Björling, Ueber singuläre Punkte der gewöhnlichen algebraischen Differentialgleichungen 1. O. und 1. Grades. Grunerts Archiv, 2. Reihe, Bd. 4.

indem wir hierfür festsetzen, dass die reelle Function F von x, y, y' für jedes die Gleichung (1.) befriedigende endliche Wertesystem x_0, y_0, y'_0 nach der Taylor'schen Reihe nach ganzen Potenzen von $x-x_0, y-y_0, y'-y'_0$ entwickelbar ist, wobei die Glieder erster Ordnung niemals sämmtlich fehlen, d. h. niemals die Gleichungen

$$(4.)\qquad \frac{\partial F}{\partial x}=0 \quad \frac{\partial F}{\partial y}=0 \quad \frac{\partial F}{\partial y'}=0$$

für ein Wertesystem x_0, y_0, y'_0 gleichzeitig erfüllt sein sollen. Für den Verlauf des durch die Differentialgleichung definirten Curvensystems ist die „Discriminantencurve" wesentlich, für welche zwei von den verschiedenen, jedem Punkte x_0, y_0 zugeordneten Richtungen y'_0 zusammenfallen. Es sind die Punkte, für welche

$$(5.)\qquad F(x, y, y')=0, \quad \frac{\partial F}{\partial y'}=0$$

ist. Diese Discriminantencurve ist bekanntlich „im Allgemeinen" der Ort der Spitzen für das Curvensystem, wie dies zuerst de Morgan, Darboux und Cayley gezeigt haben.[1])

Von hier aus wandte sich die Untersuchung vor Allem auf die Frage nach den „singulären Lösungen" und die eben genannten Arbeiten von Darboux und Cayley entscheiden, unter welchen Umständen die Discriminantencurve oder ein sich abspaltender Teil derselben eine singuläre

---

1) Man vergl.: de Morgan's Aufsatz in den Transactions of the Cambridge Philos. Soc. Band IX; — Darboux's zwei Noten in den Comptes rendus vom Jahre 1870 und insbesondere die ausführliche Darstellung „Sur les solutions singulières des équations aux dérivées ordinaires du premier ordre," Bulletin des Sciences Mathém., 1. Serie, Band IV (1873); und die Aufsätze Cayley's im Messenger of Mathematics, Band II (1873) und VI.

Lösung darstellt. Es muss dann jedenfalls neben den Gleichungen (5.) noch die weitere

$$\frac{\partial F}{\partial x} + y' \frac{\partial F}{\partial y} = 0 \tag{6.}$$

für alle Punkte dieses Ortes erfüllt sein.

Weiterhin aber gibt die Möglichkeit eines Zerfallens der Discriminantencurve in eine Reihe mehrfach zählender Factoren Anlass, noch weitere besondere Vorkommnisse, wie den Ort von Berührungspunkten je zweier Curven des Systemes u. a. zu untersuchen.[1])

„Im Allgemeinen" treten jedoch alle solche Vorkommnisse nicht ein; die Discriminantencurve ist Spitzenort, und die Gleichungen (5.) und (6.) sind nur für einzelne Punkte gleichzeitig erfüllt; diese Punkte der Discriminantencurve sind dann wesentlich singuläre Stellen, definirt durch das Gleichungssystem:

$$F = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y'} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial x} + y' \frac{\partial F}{\partial y} = 0 \tag{7.}$$

1) Man vergl. hierzu neben den soeben genannten Arbeiten noch die Untersuchungen von Casorati aus den Jahren 1874—1881 in den Rendiconti und Memorie della R. Accad. dei Lincei, zum Teil abgedruckt im Bulletin von Darboux, 2. Serie Band III (1879). Ferner einen Aufsatz von Björling „Ueber die Coincidenzcurve der gewöhnlichen algebraischen Differentialgleichungen erster Ordnung" im „Bihang" zu den „Handlingar" der k. schwed. Akad. d. W. Band 12, Abschnitt I (1887). — Weiter einen Aufsatz von Workman „Theory of the singular solutions . . ." im Quaterly Journal Band 22 (1887), in welchem die Litteratur ausführlich besprochen ist. — Sodann eine Note von Kapteyn im Bulletin von Darboux, 2. Serie Band XII (1888). — Auch eine Dissertation von C. Schmidt (Giessen 1884) ist zu nennen, welche indess weder auf Darboux noch auf Cayley u. a. Bezug nimmt.

und geometrisch characterisirt dadurch, dass in ihnen die Richtung der Tangente an die Integralcurve zusammenfällt mit der Richtung der Tangente an die Discriminantencurve.

Das Verhalten der Curven des Integralsystems in denselben ist meines Wissens noch nicht eingehend discutirt worden.

Es haben aber Briot und Bouquet in ihren fundamentalen Untersuchungen „Sur les propriétés des fonctions définies par des équations différentielles"[1]) gezeigt, dass im Falle des Bestehens der Gleichungen (7.) die Lösung der Gleichung $F=0$ durch eine gewisse Transformation zurückgeführt werden kann auf die Behandlung einer Differentialgleichung ersten Grades, die an der betreffenden Stelle sich singulär verhält. Weiter zieht Poincaré in der schon erwähnten Abhandlung[2]) die fraglichen Punkte auch gestaltlich in seine Betrachtung. Indem er aber die geometrische Darstellung des Curvensystems (1.) nicht in die $(x\,y)$-Ebene verlegt, sondern — für seine Zwecke sehr übersichtlich — auf die Fläche

$$(8.)\qquad F(x, y, z)=0$$

$\left(\text{wo } z=\frac{dy}{dx}\right)$ und auf dieser Fläche ein entsprechendes einfach überdeckendes Curvensystem durch eine Differentialgleichung in Coordinaten u, v auf die Fläche darstellt, er-

1) Journal de l'école polyt. cah. 36. Hier seien noch unmittelbar anschliessende Untersuchungen von Poincaré (cah. 45.), Picard (Société math. de France Bd. 12) und insbesondere von Fuchs (Sitzungsber. der Akad. d. W. Berlin 1886) erwähnt. Indess kommen dieselben für die vorliegende, den „allgemeinen Fall" betreffende Discussion der gestaltlichen Verhältnisse nicht in Betracht.

2) Journal de Math., Serie 4, Bd. I, pag. 196 ff.

geben sich hier die durch Gleichung (3.) characterisirten Formen, wie sie bei Gleichungen ersten Grades auftreten.

Nun lässt sich allerdings aus den Poincaré'schen Formulirungen sofort erkennen, dass die Curvensysteme in der $(x\,y)$-Ebene aus der Projection der von ihm auf der Fläche $F(x, y, z) = 0$ betrachteten folgen. Es lässt sich auch der Umstand, dass die Discriminantencurve der Ort der Spitzen der Integralcurven ist, direct aus der Bemerkung ablesen, dass die auf der Fläche $F = 0$ verlaufenden Curven die „Umrisscurve" $\frac{\partial F}{\partial z} = 0$ (die dann in der Projection die Discriminantencurve abgiebt) in der (Projections-) Richtung der z-Axe durchsetzen. Das Verhalten des Curvensystems in den singulären Stellen (der Umrisscurve) bedarf aber noch einer speciellen Discussion, um aus ihm den Verlauf in der Projection auf die $x\,y$-Ebene abzulesen. Auf der Fläche $F = 0$ erscheinen die in Gleichungen von der Form (3.) gekennzeichneten drei Haupttypen, aber ihre Lage gegen die Umrisscurve und gegen die Projectionsrichtung (die z-Axe) ist in den einzelnen Fällen wesentlich und erst aus deren Fixirung ergiebt sich der Character der singulären Stelle **in der $x\,y$-Ebene.**[1])

Es erscheint mir daher nicht unwesentlich, auf eine genaue Discussion des Verlaufes der Curven in der Umgebung dieser singulären Stellen einzugehen und zwar in der $(x\,y)$-Ebene selbst. Sie ist in § 2 der vorliegenden Mitteilung ausgeführt, und zwar dadurch, dass in der Umgebung der singulären Stelle die allgemeine Differentialgleichung ersetzt wird durch eine Gleichung, welche die Glieder niedrigster Ordnung in der Entwickelung umfasst: Dies ist im Allgemeinen eine Differentialgleichung

1) Vergleiche Seite 39 des Folgenden.

zweiten Grades, welche die Eigenschaft besitzt, sich direct integriren zu lassen. Die von Briot und Bouquet (für den Fall auch noch weiterer Bedingungsgleichungen) gegebene Methode, jeden Zweig der Differentialgleichung durch eine Transformation auf eine Gleichung ersten Grades zurückzuführen, kommt hier einfach in der Integrationsmethode der Differentialgleichung zweiten Grades zum Ausdruck.

Es ergeben sich dabei drei wesentlich von einander verschiedene Haupttypen für diese „im Allgemeinen“ sich bildenden Singularitäten einer Differentialgleichung erster Ordnung, welche (eben jener Transformation entsprechend) den bei den Differentialgleichungen ersten Grades auftretenden Typen in bestimmter Weise zugeordnet sind.[1]) Dabei seien aber gleich hier zwei wesentliche Unterschiede zwischen dem Verlauf des Curvensystems im einen und andern Falle gekennzeichnet: Der erste folgt sofort aus den oben gemachten Bemerkungen; das Curvensystem umgibt bei den Differentialgleichungen ersten Grades die singuläre Stelle vollständig, während dasselbe in der Umgebung der singulären Stelle im Falle der allgemeinen Differentialgleichung auf das Innengebiet der Discriminantencurve, welches doppelt überdeckt wird,[2]) beschränkt ist. Und weiter: Bei den Gleichungen ersten Grades wird der Differentialquotient $\frac{dy}{dx}$ an der singulären Stelle unbestimmt, während er für die allgemeinen Gleichungen an den durch die Gleichungen (7.) bezeichneten Stellen einen ganz bestimmten Wert besitzt. Es ist ein Vorkommniss viel speciellerer Art, wenn hier

1) Man vergleiche die Tafeln I, II, III.

2) Selbstverständlich abgesehen von dem Umstande, dass weitere Zweige des Systems, welche sich an der betreffenden Stelle nicht singulär verhalten, noch über der Stelle ausgebreitet sein können.

ein solches Unbestimmtwerden eintritt; dann wird nämlich die letzte der Gleichungen (7.) dadurch erfüllt, dass gleichzeitig

$$(9.) \qquad \frac{\partial F}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 0$$

wird. Es ist nicht uninteressant, auch diese Punkte, für welche sich zunächst wieder Gleichungen von der Form (3.) zu Grunde legen lassen, weiter zu verfolgen.[1]) Ich will mich aber in der gegenwärtigen Mitteilung zunächst „auf den allgemeinen Fall“ (wenn diese zur Abkürzung gewählte Bezeichnung gestattet ist) beschränken. —

Neben den durch die Gleichungen (7.) definirten „wesentlich“ singulären Stellen treten nun für unsere Differentialgleichungen (soferne sie nur von höherem als zweiten Grade sind) im Allgemeinen noch Singularitäten auf, welche man als „ausserwesentliche“ bezeichnen kann: Es sind diejenigen Stellen der Ebene (x, y), in welchen die Discriminantencurve eine Spitze besitzt, also definirt durch das Gleichungssystem:

$$(10.) \qquad F = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y'} = 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} = 0.$$

Ich bin in § 3 (vergl. auch Tafel IV, Fig. IV) auf das Verhalten des Curvensystems in diesen Stellen kurz eingegangen.

Mit den durch die Gleichungen (7.) und (10.) definirten singulären Stellen sind die im Allgemeinen eintretenden besonderen Vorkommnisse erschöpft.

Für eine Discussion des Gesammtverlaufes der Curven des durch eine Gleichung (1.) definirten Systemes liefert nun — wie in § 4 näher ausgeführt — die Bestimmung des

1) Wobei dann insbesondere das Verhalten der Discriminantencurve, die in solchen Stellen mehrfache Punkte besitzt, wesentlich ist.

Characters der singulären Stellen die Möglichkeit, die Untersuchung der gestaltlichen Verhältnisse auf eine Reihe von je einfach von den Curven des Integralsystems überdeckten Schichten zu übertragen, deren jede durch (geschlossene) Teile der Discriminantencurve abgegrenzt ist und auf deren Rand — soferne im Innern der Gebiete keine singulären Stellen vorhanden sind — sich die singulären Punkte verteilen. Dabei nimmt jeder singuläre Punkt an zwei längs der Discriminantencurve zusammenhängenden Schichten Teil. So lassen sich für jedes Teilgebiet Relationen zwischen der „Characteristik" (Zusammenhangszahl) desselben und den auf dem Rande befindlichen singulären Stellen aufstellen, wie sie Poincaré für jedes geschlossene Gebiet von $F=0$ und die auf ihm nach den Typen der Gleichungen (3.) unterschiedenen singulären Stellen gegeben hat, und von der Art wie ich sie für beliebige, ein zweidimensionales Gebiet einfach überdeckende Curvensysteme in Beiträgen zur Analysis situs (vergl. z. B. Math. Annalen Bd. 32, pag. 500) aufgestellt habe.

Auch bei diesen Abzählungen habe ich in der gegenwärtigen Mitteilung singuläre Stellen im Innern der Gebiete als „im Allgemeinen nicht auftretend" nicht berücksichtigt. Solche Abzählungen bieten indess gerade auch bei specielleren Fragestellungen Interesse. Ich möchte gleich hier ein Beispiel erwähnen, welches H. A. Schwarz mit Bezug auf die singulären Stellen der Haupttangentencurven einer Minimalfläche aufgestellt hat[1]). Es war die in einer mündlichen Unterredung mir von Herrn Schwarz mitgeteilte Formel, welche mich, zusammen mit der Lektüre der Poincaré'schen Abhandlungen veranlasst hat, meine Studien über Analysis situs speciell auf die durch Differential-

1) „Fortgesetzte Untersuchungen über specielle Minimalflächen." Gesammelte Mathematische Abhandlungen von H. A. Schwarz. Band I pag. 131 und Zusatz pag. 319—321.

gleichungen erster Ordnung definirten Curvensysteme anzuwenden. Ich denke dabei auch auf solche speciellere Fragestellungen bei nächster Gelegenheit einzugehen. Einige diesbezügliche Bemerkungen habe ich in § 5 mit Bezug auf den Verlauf der Haupttangentencurven einer Fläche angefügt. Es schien mir nämlich nicht uninteressant zu zeigen, dass die sämmtlichen drei Haupttypen wesentlich singulärer Punkte im Verlauf der Haupttangentencurven einer algebraischen Fläche vorkommen können an (parabolisch gekrümmten) Stellen, in welchen die Fläche eine ganz bestimmte Tangentialebene besitzt, sich also im gewöhnlichen Sinne regulär verhält[1]).

Der Character der in der vorliegenden Mitteilung untersuchten „im Allgemeinen vorhandenen“ singulären Stellen eines Curvensystems ist wesentlich bedingt durch die Definition des Systems durch eine Differentialgleichung. Bekanntlich gelangt man zu ganz anderen Resultaten, wenn man von der Definition eines Curvensystems durch eine Gleichung zwischen x, y und einem willkürlichen Parameter ausgeht. Es schien mir passend, (in einem letzten § 6) die unter der letzteren Annahme „im Allgemeinen“ eintretenden besonderen Vorkommnisse zusammenzustellen, wo dann der wesentliche Unterschied der beiden Annahmen klar zum Ausdruck gelangt.

---

1) Hierzu vergleiche man den Aufsatz von Klein im VI. Bande der mathematischen Annalen „Ueber Flächen dritter Ordnung,“ in welchem einer der hier zu besprechenden Typen dargestellt ist für den Verlauf der Haupttangentencurven in der Umgebung der sogenannten asymptotischen Punkte (a. a. O. pag. 576 und Tafel VI).

Bezüglich des Verhaltens der Haupttangentencurven in singulären Punkten einer Fläche habe ich zusammen mit Herrn Finsterwalder im math. Institut der techn. Hochschule Untersuchungen veranlasst, über die bei anderer Gelegenheit berichtet werden soll.

§ 2.

Die wesentlich singulären Stellen einer „allgemeinen“ Differentialgleichung erster Ordnung.

Um das Verhalten des durch die Gleichung

$$(1.) \qquad F(x, y, y') = 0$$

definirten Curvensystems in der Umgebung eines singulären Punktes, für welchen

$$(7.) \qquad F = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial y'} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial x} + y' \frac{\partial F}{\partial y} = 0$$

statthat, zu studiren, sei der singuläre Punkt im Coordinatenanfangspunkt $x = 0$, $y = 0$ angenommen und die x-Axe in ihm als Tangente an die Discriminantencurve, so dass

$$x = 0, \quad y = 0, \quad y' = 0$$

ein Lösungssystem der Gleichungen (7.) bildet.

Die nach den Voraussetzungen über die Funktion F an jeder Stelle mögliche Potenzentwickelung gestaltet sich im Nullpunkt zunächst folgendermassen:

$$\underline{\overline{F}_2\, y}$$
$$+ \tfrac{1}{2}(\underline{\overline{F}_{11}} x^2 + 2\overline{F}_{12} xy + \overline{F}_{22} y^2) + (\underline{\overline{F}_{13} x} + \overline{F}_{23} y) y' + \tfrac{1}{2}\underline{\overline{F}_{33} y'^2}$$
$$+ \tfrac{1}{6}(\overline{F}_{111} x^3 + \ldots \qquad \ldots \qquad \ldots$$

Nun wird die Gleichung

$$\frac{dy}{dx} = y'$$

erfüllt, wenn man setzt:

$$y = y' \cdot x \cdot v$$

wo v für $x = 0$ nicht verschwindet. Substituiren wir diesen Wert von y in der obigen Entwickelung, so erhalten wir Aufschluss über die Grössenordnung der einzelnen Terme derselben. Die oben durch Unterstreichen hervorgehobenen Glieder sind in x und y' von der zweiten Dimension, alle übrigen von höherer. Indem wir eine etwas kürzere Bezeichnungsweise für die Zahlencoefficienten jener Glieder einführen, von denen „im Allgemeinen" keines verschwindet, erhalten wir folgenden Satz:

Das Verhalten des durch die Differentialgleichung zweiten Grades:

$$(11.) \qquad y'^2 + 2\,c\,x\,y' + b\,x^2 + 2\,a\,y = 0$$

definirten Curvensystems in der Umgebung des Punktes $x = 0$, $y = 0$ ist typisch für die „im Allgemeinen" auftretenden, durch die Gleichungen (7.) definirten Singularitäten einer Differentialgleichung erster Ordnung.[1])

Die Integration dieser Differentialgleichung lässt sich sofort bewerkstelligen. Ich führe dieselbe, um die Beziehung der hier auftretenden Singularitäten zu den bei den Gleich-

---

1) Man vergleiche bezüglich der allgemeinen Formulirung der Reduction einer Differentialgleichung auf die Glieder niedrigster Dimension, vor Allem die schon genannte Abhandlung von Briot und Bouquet (im 36. Heft des Journal de l'école Polyt.) Abschn. III und IV. Weitere Ausführungen darüber enthält auch ein neuerdings erschienener Aufsatz von Fine „On the Functions defined by differential equations, with an extension of the Puiseux Polygon-Construction of these equations. American Journal Bd. XI, 1889.

Wählt man für $F(x, y, z) = 0$, $y' = z$ wieder die Deutung als Fläche über der $(x\,y)$-Ebene, so besagt hier die Beschränkung auf die Glieder (10.), dass die Fläche, welche wegen $\overline{F}_1 = 0$, $\overline{F}_3 = 0$ im Coordinatenanfangspunkt die Ebene $(x\,z)$ berührt, ersetzt wird durch ein Paraboloid.

ungen 1. Grades stattfindenden möglichst scharf hervortreten zu lassen, im Folgenden näher aus:

Durch Differentiation nach x entsteht aus (11.) die Differentialgleichung ersten Grades in x und y':

$$(12.)\qquad (c\,x + y')\,\frac{dy'}{dx} + b\,x + (a + c)\,y' = 0$$

Es sei nun der Uebersichtlichkeit der folgenden Entwickelung wegen in dieser Differentialgleichung x durch die Bezeichnung x' ersetzt. Wir deuten dann den Verlauf der Curven dieses Systems (12.) in einer Ebene (x', y') und kehren von ihr zu den Curven des Systems (11.) zurück mit Hülfe der ein-zweideutigen Abbildung der Ebene (x', y') in die ursprüngliche Ebene (x, y):

$$(13.)\qquad \begin{aligned} x' &= x, \\ y' &= -\,c\,x \pm \sqrt{(c^2 - b)\,x^2 - 2\,a\,y}\,, \end{aligned}$$

wo dann umgekehrt:

$$(13a.)\qquad y = -\,\frac{1}{2\,a}\,(y'^2 + 2\,c\,x'\,y' + b\,x'^2)$$

ist.

Das Integral der Differentialgleichung (12.) lässt sich nun bekanntlich in der Form[1])

$$(14.)\qquad (x' + \lambda_1\,y')^{\varrho_1} \cdot (x' + \lambda_2\,y')^{\varrho_2} = C$$

darstellen, wobei man hat:

$$\lambda_1 = \frac{a + 2\,c + \sqrt{D}}{2\,b}, \quad \lambda_2 = \frac{a + 2\,c - \sqrt{D}}{2\,b},$$

1) Es ist für das Folgende unerlässlich, hier eine Reihe bekannter Formeln zusammenzustellen, bezüglich deren man etwa Serret-Harnack, Diff. u. Integral-Rechnung II, 2 pag. 66 ff. vergleiche.

$$g_1 = \frac{b}{2} \cdot \frac{-a + \sqrt{D}}{\sqrt{D}}, \quad g_2 = \frac{b}{2} \cdot \frac{a + \sqrt{D}}{\sqrt{D}},$$

$$D = (a + 2c)^2 - 4b,$$

und hier ergeben sich nun die drei Haupttypen der singulären Stellen der Differentialgleichung ersten Grades folgendermassen:

I'. Für

(16.) $$(a + 2c)^2 - 4b < 0$$

werden die Wurzeln λ_1 und λ_2, und ebenso g_1 und g_2 imaginär. Die Integralcurven bilden ein System logarithmischer Spiralen um den Nullpunkt. [Fig. I' der Tafel].

II' und **III'**. Für

(17.) $$(a + 2c)^2 - 4b > 0$$

hat man zu unterscheiden, ob

II'. g_1 und g_2 gleiches Vorzeichen

III'. g_1 und g_2 verschiedenes Vorzeichen besitzen. Dies hängt davon ab, ob

(18.) $$c(a + c) - b \gtrless 0$$

ist.

Im Falle **II'** bilden die beiden Geraden

$$G_1 \equiv x' + \lambda_1 y' = 0 \text{ und } G_2 \equiv x' + \lambda_2 y' = 0$$

zwei ausgezeichnete Richtungen durch den singulären Punkt und es schliesst sich das Curvensystem an diese in der den Exponenten g_1 und g_2 entsprechenden Ordnung asymptotisch an. [Fig. II' der Tafel.]

Im Falle **III'** laufen sämmtliche Curven des Integralsystems durch den singulären Punkt und berühren hier die

eine der beiden ausgezeichneten Geraden, und zwar die Gerade G_2, bez. G_1, je nachdem

(19.) $$-\frac{g_2}{g_1} \lessgtr 1$$

ist. [Fig. III′ der Tafel.]

Die Transformation (13.) verwandelt nun diese Typen in die von uns gewünschten für die singuläre Stelle $x = 0$, $y = 0$ der Differentialgleichung (11.). Die gestaltliche Umformung ergiebt sich dabei in übersichtlichster Weise: Die Ebene (x', y') wird derart auf die Ebene (x, y) abgebildet, dass das Geradenbüschel:

$$x' + \lambda y' = 0$$

übergeht in das System der die x-Axe berührenden Parabeln:

(20.) $$(b\lambda^2 - 2c\lambda + 1)x^2 + 2a\lambda^2 y = 0,$$

während die Parallelen zur y'-Axe wegen

$$x' = x$$

wieder in solche zur y-Axe verwandelt werden. Die Gerade

(21.) $$cx' + y' = 0$$

wird übergeführt in die Parabel

$$(b - c^2)x^2 + 2ay = 0$$

und diese bildet in der Ebene (x, y) die Discriminantencurve: Der Teil

$$(b - c^2)x^2 + 2ay < 0$$

dieser Ebene erscheint doppelt überdeckt bez. von den Bildern der beiden Hälften

$$cx' + y' \gtrless 0$$

der Ebene (x', y').

Für die weitere Characterisirung der Abbildung ist es nun wichtig, die gegenseitige Lage der Geraden

(24.) $G \equiv x' = 0, \; G_1 \equiv x' + \lambda_1 y' = 0, \; G_2 \equiv x' + \lambda_2 y' = 0$

und jener eben genannten

$$G_3 \equiv x' + \frac{1}{c} y' = 0$$

für die Fälle II und III genau zu bezeichnen.

Man schneide zu dem Ende die letzten drei Geraden durch eine Parallele zur y-Axe (G) und bezeichne die Ordinaten der Schnittpunkte bez. mit y_1, y_2, y_3, dann ist für die gegenseitige Lage, wie sich sofort aus den oben mitgeteilten Formeln ergibt, folgende einfache Beziehung massgebend:

(25.) $y_2 - y_3 : y_3 - y_1 : y_2 - y_1 = g_2 : g_1 : g_1 + g_2$

a) Aus der ersten dieser Proportionen folgt unmittelbar, dass im Falle II, also für $\frac{g_2}{g_1} > 0$, die Geraden G und G_3 von den beiden anderen G_1 und G_2 getrennt werden, während sie im Falle III, für $\frac{g_2}{g_1} < 0$ nicht getrennt werden.

b) In letzterem Falle besagt dann der zweite Teil der Proportion (25.), also etwa:

$$\frac{y_2 - y_1}{y_3 - y_1} = 1 + \frac{g_2}{g_1},$$

dass die Geraden G und G_1 von G_2 und G_3 getrennt, beziehungsweise nicht getrennt werden, je nachdem

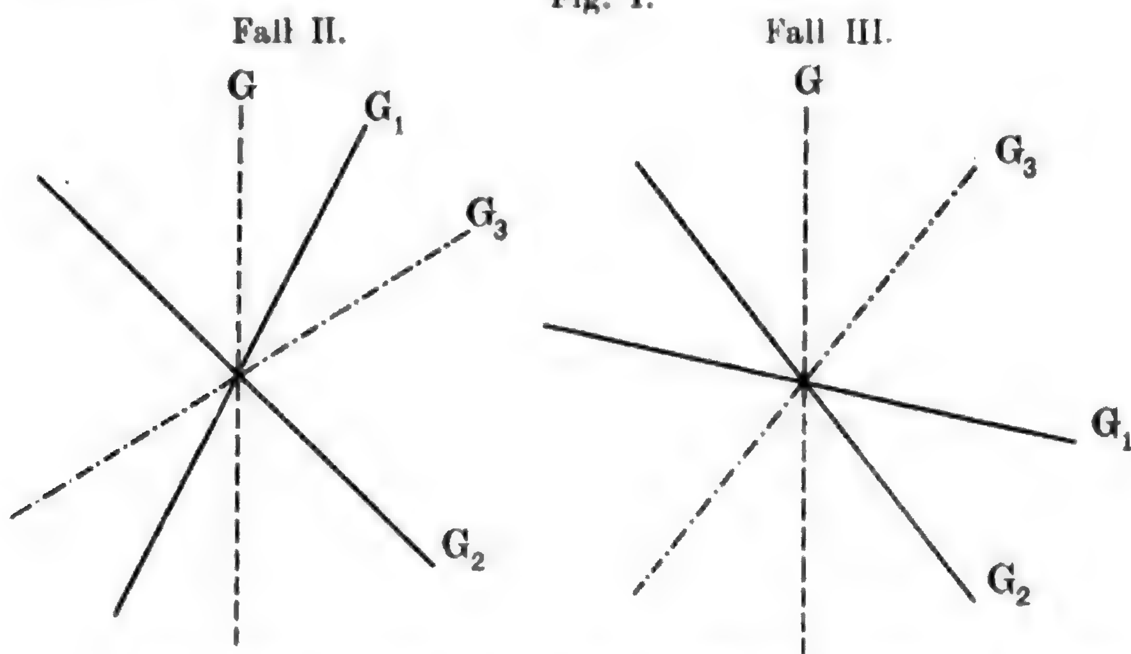
$$-\frac{g_2}{g_1} \lesseqgtr 1$$

ist, also (vergleiche die Formel (19.)) je nachdem die Gerade G_2 oder G_1 von den Curven des Integralsystems berührt wird. Diese letztere Bedingung lässt sich auch so aussprechen:

Im Falle III wird die Gerade G_3 und diejenige der beiden Geraden G_1, G_2, welche von den Curven des Systems nicht berührt wird, getrennt von der Geraden G und der zweiten der Geraden G_1, G_2.

Der Zusammenhalt der durch (a) und (b) gekennzeichneten möglichen Lagen ergibt also im Falle II wie III wesentlich nur je **eine** schematische Figur, welche die gegenseitige Lage der vier Geraden bezeichnet:

Fig. 1.



Dabei ist in Figur III die Gerade, welche von den Curven des Systems berührt wird, mit G_1 bezeichnet.

Nunmehr lässt sich das Resultat der Transformation auf unsere in den Figuren I′, II′, III′ der Tafeln dargestellten Typen auch gestaltlich mit aller Bestimmtheit angeben.

Man beachte dabei, dass alle Schnittpunkte unserer in der $(x' y')$-Ebene gegebenen Curven mit der Geraden

$$c x' + y' = 0$$

zu Spitzen auf der Discriminantencurve

$$(b - c^2)\, x^2 + 2\, a\, y = o$$

der (x, y)-Ebene Veranlassung geben [1]).

I. Fall **I.** Die logarithmischen Spiralen des Typus I' ergeben in der (x, y)-Ebene Curven, welche im Innenbereich der Discriminantencurve unendlich oft um den singulären Punkt oscilliren, und dabei mit Spitzen auf die Discriminantencurve auftreffen. Vergl. Fig. (I) der Tafel, in welcher (wie auch in den folgenden Figuren) die Beziehung zur darüberstehenden Figur (I') durch verschiedene Ausführung der entsprechenden Linien angedeutet ist [2]).

II. Im Falle **II** erhält man aus den Geraden G_1 und G_2

$$x' + \lambda_1\, y' = o \quad \text{und} \quad x' + \lambda_2\, y' = o$$

(vergl. Formel (20)) die zwei durch den singulären Punkt laufenden Parabeln:

$$x^2 + 2\, \lambda_1\, y = o \quad \text{und} \quad x^2 + 2\, \lambda_2\, y = o,$$

1) Die Gerade

$$c\, x' + y' = o$$

verbindet in der (x', y')-Ebene die Punkte, für welche $y'' = \infty$, d. h. die Tangente parallel zur y'-Axe ist; so lässt sich (vergl. die Figuren I', II', III' der Tafeln) aus diesem Umstand die oben entwickelte gegenseitige Lage der Geraden G_1, G_2, G_3 auch gestaltlich erschliessen.

2) In Figur I, wie in II und III ist ferner durch die ganz fein punktirte Linie die Curve der Wendepunkte für das System angedeutet; es ist dies die Curve, welche (vergl. Darboux a. a. O. Bulletin Band IV, pag. 161) durch Elimination von y' aus den zwei Gleichungen

$$F(x, y, y') = o, \quad \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial y} y' = o$$

entsteht; in unserem Falle der Gleichung (10.) erhält man die Parabel

$$b\,(a^2 - c^2 + b)\,.\, x^2 + 2\, a\,(a + c)^2\,.\, y = o$$

welcher in der Ebene $(x'\, y')$ die gleichfalls punktirt angedeutete Gerade

$$b\, x' + (a + c)\, y' = o$$

entspricht.

welche die x-Axe im Coordinatenanfangspunkt zur Tangente haben, während die übrigen Curven des Systems in Zweigen mit Spitze und im anderen ohne Spitze in der durch Fig. II der Tafel characterisirten Weise verlaufen [1]).

III. Im Falle **III** laufen sämmtliche Curven des Systems die x-Axe berührend, wieder unter Auszeichnung der soeben in II gegebenen Parabeln durch den singulären Punkt hindurch. Dabei entstehen die Spitzen auf der Discriminantencurve in der in Figur III angedeuteten Weise.

Mit diesen drei Formen sind die im Allgemeinen bei jeder Differentialgleichung erster Ordnung, die nicht vom ersten Grade ist, auftretenden Typen der durch die Gleichungen (7.) definirten singulären Stellen erschöpft.

Analog wie bei den singulären Stellen der Differentialgleichungen ersten Grades ist auch hier nur im Falle II und III, wenn $\frac{g_2}{g_1}$ eine rationale Zahl ist, das System in der Umgebung der singulären Stelle mit einem algebraischen Curvensystem vergleichbar.

Mit Bezug auf die in den Tafeln gegebenen Zeichnungen seien noch die Formen hervorgehoben, in welchen in den Fällen I', II', III' das Unbestimmtwerden von y'' im Nullpunkt geometrisch zum Ausdruck kommt, und wie im Gegensatz dazu in den Figuren I, II, III die Convergenz des Differentialquotienten nach dem Werte $y' = o$ sich ausspricht.

Endlich sei noch erwähnt, dass für das Verhalten eines Curvensystems für im Unendlichen gelegene singuläre Stellen ganz dieselben Typen massgebend sind, soferne wir dabei die Ebene im projectiven Sinne auffassen, mit „einer unendlich weiten Geraden“, eine Auffassung, die wir im Nachfolgenden beibehalten wollen.

1) Auf einen solchen Fall bezieht sich die von Klein (vergl. oben pag. 32) Anmerkung) Annalen VI gegebene Figur.

§ 3.

Die ausserwesentlich singulären Stellen einer „allgemeinen" Differentialgleichung erster Ordnung.

Zur Discussion der durch das Gleichungssystem

$$(10.)\qquad F = o, \; \frac{\partial F}{\partial y'} = o, \; \frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} = o$$

definirten singulären Stellen unseres Curvensystems, den Spitzen der Discriminantencurve, sei wieder

$$x = o, \; y = o, \; y' = o$$

als Lösungssystem von (10.) angenommen. Die Entwickelung von F an dieser Stelle gestaltet sich dann folgendermassen:

$$\underline{\underline{\overline{F}_1 x}} + \underline{\overline{F}_2 y} +$$
$$+ \tfrac{1}{2}(\overline{F}_{11} x^2 + 2\overline{F}_{12} x y + \overline{F}_{22} y^2) + (\underline{\overline{F}_{13} x} + \overline{F}_{23} y) y'$$
$$+ \tfrac{1}{6}\underline{\underline{\overline{F}_{111} y'^3}} + \ldots$$

Hier sind analog wie in § 2 die Glieder niedrigster Ordnung (durch doppeltes Unterstreichen) hervorgehoben und dann auch (durch einfaches Unterstreichen) die Glieder nächst höherer Ordnung. Für die Betrachtung des Curvensystems in der Umgebung der singulären Stelle legen wir also (mit kürzerer Bezeichnung) die Differentialgleichung dritten Grades zu Grunde:

$$(26.)\qquad o = a x - y + b x y' + c y'^3$$

bei welcher „im Allgemeinen" keines der Glieder fehlt.

Gehen wir zunächst auf die erste Annäherung durch

$$(27.)\qquad o = a x + c y'^3$$

ein, so kennzeichnet dieselbe die Singularität der einen durch den singulären Punkt laufenden Curve des Systems: y' als Parameter betrachtet, ergibt sich für x und

y eine Entwickelung nach ganzen Potenzen von y', welche mit y'^3 bezw. mit y'^4 beginnt[1]).

Die Discriminantencurve für Gleichung (27.) ist durch $x = o$ gebildet. Erst die Gleichung (26.) gibt für die Discriminantencurve in der singulären Stelle den Character der Spitze; man erhält hier für die Discriminantencurve die Gleichung

$$27\, c\, (a\, x - y)^2 + 4\, b^3\, x^3 = o$$

Der Umstand, dass längs der Geraden $x = o$ von den drei durch die Gleichung (26.) gegebenen Fortschreitungsrichtungen nur eine reell ist, lässt sofort erkennen, dass in der durch die Discriminantencurve zerschnittenen $(x\, y)$-Ebene der Teil vom Winkel Null in der Umgebung der singulären Stelle dreifach, der andere Teil einfach von den Curven des Systems überdeckt ist. Die Curve der Wendepunkte ist für (26.) eine Gerade, die nicht durch die Spitze der Discriminantencurve hindurchgeht, so dass die Umgebung der singulären Stelle frei von Wendepunkten ist. Das für die Gleichung (26.) als verallgemeinerter Clairaut'scher Gleichung auf die einfachste Weise herzustellende allgemeine Integral lässt die näheren Eigenschaften des Curvensystems im Einzelnen verfolgen. Für die specielle, durch den singulären Punkt laufende Curve ergibt sich für x und y die schon oben aus der Gleichung (27.) erschlossene Entwickelung nach ganzen Potenzen von y', welche die Bezeichnung der Stelle als ausserwesentlich singulär rechtfertigt. Der weitere Verlauf des Curvensystems in der Umgebung des Nullpunktes bietet die Auflösung dieser Singularität in Curven mit zwei Spitzen und einem Doppelpunkt, wie sie der Form nach auch bei der Auflösung jener Singularität im Gebiete algebraischer Curven entstehen. Man vergleiche die schematische Darstellung durch Fig. IV der IV. Tafel.

1) Vergl. Briot-Bouquet, a. a. O. Nr. 98, pag. 192.

§ 4.

Relationen zwischen der Anzahl der singulären Stellen in einem gegebenen, von der Discriminantencurve begrenzten Gebiete. Bemerkungen über den Gesammtverlauf der Curvensysteme.

Handelt es sich darum, sich über den Gesammtverlauf des durch unsere Differentialgleichung

$$(1.) \qquad F(x, y, y') = o$$

definirten Curvensystems zu orientiren, so wird man zunächst mit Hülfe der Discriminantencurve, längs welcher die verschiedenen Wertsysteme y', welche den Stellen (x, y) zugehören, zusammenhängen, die Ebene (x, y) in eine Anzahl nur einfach überdeckter Gebiete zerlegen — es sind dies, wenn wir wieder an die von Poincaré gewählte Deutung von $F = o$ als Fläche denken, die einzelnen Schichten der Projection dieser Fläche auf die (x, y)-Ebene. Nehmen wir z. B. F als eine rationale ganze Function von x, y, y', in y' vom Grade n an, so sind es eine Anzahl von höchstens n durch die Discriminantencurve von einander getrennten Gebieten (die ihrerseits wieder aus mehreren Stücken bestehen können). Ich habe in einer früheren Untersuchung[1]) ausführlich gezeigt, in welcher Weise wir diese einzelnen Gebiete und ihre gegenseitige Lage im Sinne der Analysis situs vollständig characterisiren können.

Jedem der Teilgebiete kommt nun eine „characteristische Zahl“ K_i zu — die bekannte Zusammenhangszahl, die ich in der Form der „Kronecker'schen Cha-

1) Beiträge zur Analysis situs III. Mitteilung. Berichte der k. sächs. Gesellschaft d. W. vom März 1887 pag. 44.

racteristiken"[1]) voraussetze. Die Characteristik K der ganzen Fläche $F = o$ ist dann

$$K = \Sigma K_i.$$

Eine analoge Zahl ergibt sich für jeden einzelnen, in sich geschlossenen Teil von $F = o$. Die Bemerkung, durch die Zerschneidung längs der Discriminantencurve auch für die einzelnen, je einfach überdeckten berandeten Teilgebiete die characteristischen Zahlen K_i zu fixiren, und diese als weitere Characteristiken für die Differentialgleichung zu verwenden, gestattet dann, den Verlauf des durch die Differentialgleichung gegebenen Curvensystems in der Ebene (x, y) noch eingehender zu verfolgen.

Im Allgemeinen befinden sich, wie oben gezeigt, die sämmtlichen singulären Stellen des Curvensystems auf der Discriminantencurve; jede von ihnen nimmt also an zwei übereinanderliegenden Gebieten Teil, so zwar, dass für die einzelnen Zweige der Curven des Integralsystems immer in der Spitze der Uebergang von dem einen in das andere Gebiet statthat. Dadurch erhalten für das einzelne, einfach überdeckte Gebiet die wesentlich singulären Stellen vom Typus I, II, III die durch die hier folgenden Figuren 2., 3. und 4. gegebene Gestalt:

Fig. 2. I. Fall.



Für die durch die Spitzen der Discriminantencurve gegebenen ausserwesentlich singulären Stellen muss bei der

1) Man vergleiche für das Folgende speciell etwa meinen Aufsatz zur Analysis situs im 32. Bande der math. Annalen pag. 474 ff. und weiterhin für die sogleich zu besprechende Relation pag. 500. Ferner sehe man die betr. Entwickelungen Poincaré's in den genannten Aufsätzen, insbesondere Capitel XIII.

Fig. 3. II. Fall.

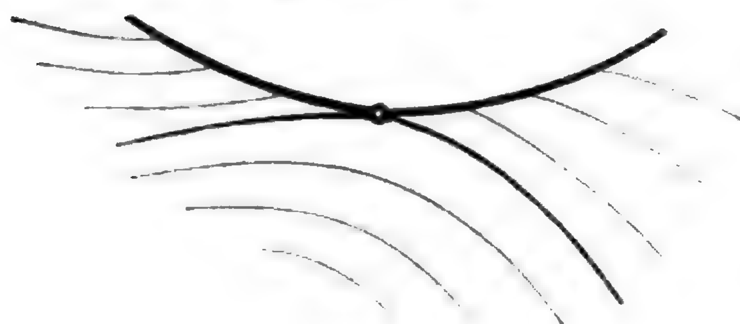
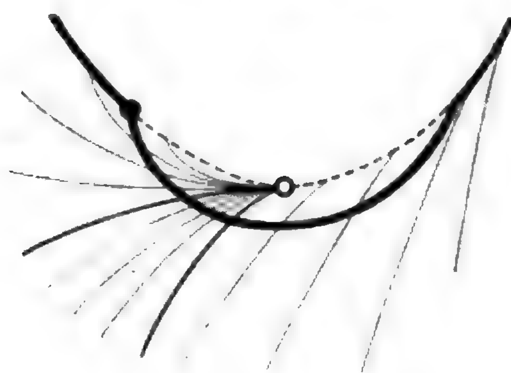
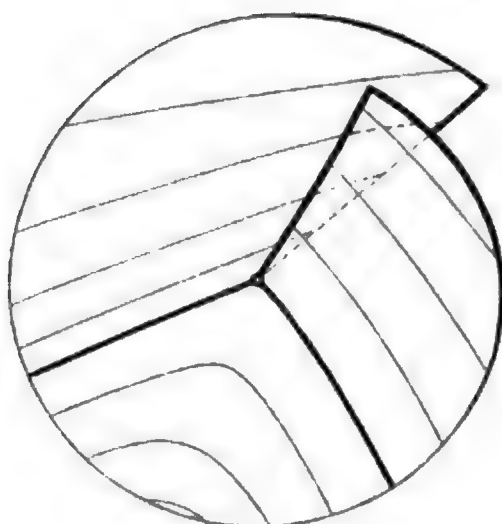


Fig. 4. III. Fall.



Zerschneidung der Gebiete längs der Discriminantencurve beachtet werden, dass das eine der zerschnittenen Teilgebiete über der $(x\ y)$-Ebene sich überkreuzt, wie in der untenstehenden Figur 5, in welcher die zerschnittenen Teile von einander getrennt dargestellt sind:

Fig. 5.





Hat man in der angegebenen Weise die Zerschneidung getroffen, so läuft in jedem Teilgebiet durch jeden Punkt des Innern sowie des Randes nur je eine Curve des Integralsystems. Von den wesentlich singulären Stellen I, II, III des Randes aber laufen beziehungsweise je 0, 2, ∞ viele Zweige aus; von den ausserwesentlich singulären Stellen ver-

laufen 2 Zweige in das eine, 0 Zweige in das andere der zerschnittenen Gebiete.

Zwischen diesen singulären Stellen und der Characteristik K_t des Teilgebietes besteht dann eine Relation, welche aus der allgemeinen, Annalen 32. pag. 501 gegebenen sich sofort ablesen lässt. Die wesentlich singulären Punkte von der Kategorie I seien als Punkte P_0 bezeichnet und in der Anzahl p_0 vorhanden, ebenso seien p_2 Punkte P_2 der Kategorie II und p_∞ Punkte P_∞ der III. Art vorhanden. Die letzteren Punkte erweisen sich dabei, wie die vorstehende Figur 4 zeigt, als specielle Formen von Punkten P_∞ des Randes, aequivalent denjenigen, welche auf pag. 502 jener Abhandlung und in der mittleren Fig. 12[f] der dortigen Tafel III gegeben sind. Durch Ausschneiden der singulären Stelle (wie in vorstehender Figur 4 durch die stark gezeichnete Linie angedeutet) ergibt sich nämlich unsere Stelle P_∞ für die Abzählung als aequivalent mit einer Stelle P_0. Die ausserwesentlich singulären Stellen sind als Punkte R_2 bezw. R_0 zu bezeichnen; sie seien in der Zahl r_2 bezw. r_0 in dem Teilgebiete vorhanden.

Die „Punktcharacteristiken" für die Abzählung von K_t sind sonach

für die Punkte P_0, P_2, P_∞ beziehungsweise

$$+\tfrac{1}{2}, \quad -\tfrac{1}{2}, \quad +\tfrac{1}{2},$$

für die Punkte R_0, R_2 beziehungsweise

$$+\tfrac{1}{2}, \quad -\tfrac{1}{2},$$

und so ergibt sich aus der eben citirten Formel:

Für jedes Teilgebiet von der Characteristik K_t besteht die Relation:

$$(28.) \qquad K_t = \frac{(p_0 + p_\infty - p_2) + (r_0 - r_2)}{2}.$$

Summirt man über die sämmtlichen Teilgebiete und beachtet, dass dann jeder singuläre Punkt zweimal vorkommt, so folgt:

$$(29.) \qquad K = \Sigma K_i = s_0 + s \quad - s_2,$$

wo jetzt die s die Gesammtanzahlen der wesentlichen Singularitäten I[ter], II[ter] und III[ter] Art bedeuten, und die Zahlen für die ausserwesentlich singulären Punkte R_0, R_2, die immer paarweise auftreten, in Wegfall kommen.

Formeln von der Gestalt (29.) erhält man für jeden in sich geschlossenen Teil der Fläche $F = o$. Diese sind (bis auf die Zählweise) identisch mit den von Poincaré a. a. O.[1]) gegebenen.

Bezüglich der Allgemeingültigkeit der Formeln (28.) und (29.) sei noch erwähnt, dass es keinerlei Unterschied macht, ob etwa einige Teilgebiete sich durch das Unendliche hinerstrecken. Solche Gebiete sind dann (soferne sie nicht durch eine blosse Projection ganz ins Endliche gebracht werden können) Gebiete „von umkehrbarer Indicatrix", was aber, wie ich schon Annalen 32 hervorgehoben, für die zu Grunde gelegte Art, den Zusammenhang abzuzählen, ohne jeden Einfluss ist[2]).

Für die Ausführung der in Formel (28.) angedeuteten Summation über die Punkte P und R für ein Teilgebiet von der Characteristik K_i werden nun die Punkte R_2 und R_0

---

1) Journal de math. Serie 4 Bd. I pag. 203.

2) Darin und in der gleichfalls hier benutzten directen Summirbarkeit der Formeln liegt der Vorteil der Abzählung des Zusammenhanges mit Hülfe der Punktcharacteristiken. Poincaré betrachtet, um der Schwierigkeit zu entgehen, die unendlich weiten Elemente der Ebene übersichtlich in die Formulirung einzubegreifen, die Projection der Ebene auf eine Kugel vom Centrum aus. Hier tritt also der Character der Ebene als Fläche mit umkehrbarer Indicatrix dadurch hervor, dass die Ebene zweimal auf die Kugel abgebildet erscheint, wobei dann der Aequator als „Uebergangslinie" die Stelle der unendlich weiten Geraden in der Ebene vertritt.

(wie Fig. 5 zeigt) durch die im Sinne der Analysis situs zu bestimmende Gestalt des Teilgebietes von selbst getrennt. Für die Unterscheidung der Punkte P_0, P_∞ und P_2 dienen die Ungleichungen (16.), (17.), (18.), deren Gestalt dieselben wieder als Punktcharacteristiken eines Functionensystems im Kronecker'schen Sinne erkennen lässt, wie dies ja aus der ganzen Fragestellung ohne Weiteres deutlich ist[1]).

Hat man nun, um ein einzelnes Teilgebiet von der Characteristik K_f — das aus einem Stücke bestehen möge — zu studiren, die Art und Verteilung der singulären Stellen auf dem Rande fixirt, eine Aufgabe, die neben der Bestimmung von Punktcharacteristiken im Wesentlichen lediglich die wiederholte Anwendung des Sturm'schen Satzes erfordert[2]),

1) Bezüglich einer geometrischen Characteristik, welche, wie in Formel (28) und (29), die Punkte P_0 und P_∞ einerseits und die Punkte P_2 andererseits zusammenordnet, mag noch das Folgende bemerkt sein:

Man beschränke sich in der Umgebung der singulären Stelle auf das durch die Figuren I, II und III der Tafeln bezeichnete Gebiet, welches doppelt von den Curven des Systems überdeckt ist. Construirt man hier das Orthogonalsystem derjenigen Trajectorien, welche je die Winkel des ursprünglichen Systems halbiren, so ergibt sich leicht: Die singulären Stellen des ursprünglichen Systems (welche nicht singulär sind für das System der Trajectorien) werden durch Berührungen einer Trajectorie des Systems mit der Discriminantencurve bezeichnet, und zwar berührt diese Trajectorie die Discriminantencurve in den Punkten P_0 bezw. P_∞ von aussen, in den Punkten P_2 von innen. Dabei sind von diesen in die singulären Stellen fallenden Berührungspunkten noch leicht diejenigen weiteren Berührungsstellen der Trajectorien mit der Discriminantencurve zu trennen, in welchen eine Curve des Integralsystems (also die betr. Spitzentangente) senkrecht steht auf der Discriminantencurve.

2) Vergl. den schon erwähnten Aufsatz III zur Analysis situs, Berichte der sächs. Ges. d. W. vom März 1887.

so lassen sich die gestaltlichen Möglichkeiten für ein dieses Gebiet überdeckendes Curvensystem auf eine Reihe von kanonischen Formen zurückführen, zu denen noch die Aenderung der Systemcurven je um gewisse „Periodenwege“, welche die verschiedenen Teilränder des Gebietes umkreisen, hinzutreten.

Ich denke in weiterer Ausführung dieser Untersuchungen, die ganz im Sinne der Poincaré'schen Darstellungen liegen, auf die hiermit gegebenen Mannigfaltigkeiten noch näher einzugehen. Hier seien nur noch folgende besondere Fälle erwähnt, bei denen wir voraussetzen, dass ausserwesentlich singuläre Punkte R fehlen sollen (wie dies z. B. bei den Haupttangentencurven einer Fläche, und überhaupt für jedes durch eine Differentialgleichung zweiten Grades definirte System im Allgemeinen der Fall ist). Man entnimmt dann der Formel (28.) unmittelbar die folgenden Sätze:

1. Im Falle eines „einfach zusammenhängenden, einfach berandeten“ Gebietes, für welches $K_i = 1$ ist, sind mindestens zwei singuläre Stellen vom Typus I oder III vorhanden.

Dabei ist bemerkenswert, dass für diese Minimalzahl der singulären Stellen der leicht darzustellende Gesammtverlauf des Curvensystems im Sinne der Analysis situs vollständig festgelegt ist mit der Unterscheidung der folgenden drei Fälle: Im Gebiete liegen

a) 2 singuläre Stellen vom Typus I

b) 1 singuläre Stelle vom Typus I und 1 vom Typus III

c) 2 singuläre Stellen vom Typus III. —

Die Discussion des Gesammtverlaufes des durch die Differentialgleichung (11.) definirten Curvensystems, welches das Gebiet $(b - c^2)\, x^2 + 2\, a\, y < o$ doppelt überdeckt, ist nicht ohne Interesse und kann, soferne es sich dabei um den „elliptischen“ Teil der Ebene handelt (wie in Fig. I.) als

Beispiel für den Verlauf von speciellen Curvensystemen in einem Gebiete $K_i = 1$ dienen.

2. Im Falle $K_i = -n$[1]) sind in dem Gebiete mindestens $2n$ Stellen vom Typus II vorhanden; die Art der Verteilung dieser Stellen auf die verschiedenen Ränder des Gebietes liefert dabei die kanonischen Formen für den Gesammtverlauf des Systems.

Speciell hat man: Nur für die Characteristik $K_i = 0$ eines Teilgebietes kann es eintreten, dass das überdeckende Curvensystem keinerlei singuläre Stellen besitzt.

§ 5.

Ueber die gestaltlichen Verhältnisse der Haupttangentencurven einer Fläche $z = f(x, y)$.

Eine nicht uninteressante Anwendung unserer Untersuchungen lässt sich für die Theorie der Haupttangentencurven einer Fläche

(30.) $$z = f(x, y)$$

machen. Hier hat man es für die Projection der Haupttangentencurven auf die (x, y)-Ebene mit einer Differentialgleichung zweiten Grades:

(31.) $$F(x, y, y') = f_{22}\, y'^2 + 2 f_{12}\, y' + f_{11} = 0$$

zu tuen, in welcher die f_{ik} die zweiten partiellen Ableitungen von f nach x, y bezeichnen: Die Discriminantencurve ist hier einfach die parabolische Curve:

(32.) $$f_{12}^2 - f_{11} f_{22} = 0$$

der Fläche. Auf ihr liegen im Allgemeinen stets wesentlich

1) Für aus einem Stück bestehende, in die Ebene ausbreitbare Gebiete ist die Zahl K_i stets $\leqq 1$; die Zahl der Randcurven des Gebietes ist dabei gleich $2 - K_i$.

singuläre Stellen der Haupttangentencurven, die Punkte, für welche ausser der Gleichung (31.) $F = o$, noch (Formel 7) die anderen:

$$(33.) \qquad \begin{aligned} f_{22}\, y' + f_{12} &= o \\ f_{222}\, y'^3 + 3 f_{122}\, y'^2 + 3 f_{112}\, y' + f_{111} &= o \end{aligned}$$

erfüllt sind.

Es ergibt sich nun, dass in der Tat die Differentialgleichung (31.) allgemein genug ist, um für eine Fläche $z = f(x, y)$ singuläre Punkte der Haupttangentencurven von allen **drei Typen** auftreten zu lassen, ohne dass darum an der betreffenden Stelle in der Entwickelung der Function $z - f(x\, y)$ die Glieder **erster** Ordnung verschwinden, d. h. ohne dass die Fläche an einer solchen Stelle aufhört eine ganz bestimmte Tangentialebene zu besitzen.

Es sei der Coordinatenanfangspunkt eine solche singuläre Stelle. Entwickeln wir dort die Function $z = f(x, y)$:

$$\begin{aligned} z = \quad & \overline{f}_1\, x + \overline{f}_2\, y + \\ & + \tfrac{1}{2}\left\{ \boxed{\overline{f}_{11}\, x^2} + \boxed{2\, \overline{f}_{12}\, x\, y} + \underline{\overline{f}_{22}\, y^2} \right\} \\ & + \tfrac{1}{6}\left\{ \boxed{\overline{f}_{111}\, x^3} + \underline{3\, \overline{f}_{112}\, x^2\, y} + 3\, \overline{f}_{122}\, x\, y^2 + \overline{f}_{222}\, y^3 \right\} \\ & + \tfrac{1}{24}\left\{ \underline{\overline{f}_{1111}\, x^4} + \cdots \right. \\ & \quad \cdots \end{aligned}$$

und setzen nun weiter

$$x = o, \quad y = o \quad y' = o$$

als ein Lösungssystem der drei Gleichungen (31.) und (33.) voraus, so wird im Nullpunkt

$$f_{11} = o, \quad f_{12} = o, \quad f_{111} = o.$$

Wenn wir jetzt die Differentialgleichung (31.) bilden und in ihr die Glieder niedrigster Ordnung (wie auf pag. 33) heraus-

greifen, so erhalten wir vier Glieder, welche aus den drei in der obigen Entwickelung unterstrichenen Gliedern hervorgehen. In der auf pag. 34 angewendeten kürzeren Bezeichnung gelangen wir so zu der Differentialgleichung:

(31a.) $$y'^2 + 4\,a\,x\,y' + b\,x^2 + 2\,a\,y = o,$$

welche den Verlauf der Haupttangentencurven in der Umgebung des Nullpunktes characterisirt.

Nach den Formeln (11.), (16.), (17.) und (18.) des § 2 ist dann im Punkte $x = o$, $y = o$ eine wesentlich singuläre Stelle vom

Typus I für $25\,a^2 - 4\,b < o$

Typus II für $25\,a^2 - 4\,b > o$ und $6\,a^2 - b > o$

Typus III für $25\,a^2 - 4\,b > o$ und $6\,a^2 - b < o$

(w. z. b. w.).

Wesentlich anders beschaffen, um dies noch kurz zu erwähnen, sind bekanntlich die gestaltlichen Verhältnisse der Krümmungslinien einer allgemeinen Fläche, überhaupt irgend welcher, durch eine Differentialgleichung zweiten Grades definirter Orthogonalsysteme. Hier existirt keine reell verlaufende Discriminantencurve, vielmehr reducirt sich dieselbe auf einzelne (in allen Fällen $K \gtrless o$ stets vorhandene) isolirte, mehrfach zählende Punkte. Diese erweisen sich demnach für das Curvensystem als singuläre Stellen von (in unserem Sinne) höherer Art.

§ 6.

Singuläre Stellen eines Curvensystems, welches durch eine „allgemeine" Gleichung $\Phi(x, y, c) = o$ mit einem Parameter c definirt ist.

Um den Unterschied genau zu kennzeichnen, welcher für die Definition eines Curvensystems, ausgehend von der Differentialgleichung

$$(1.) \qquad F(x, y, y') = o$$

oder von einer Curvengleichung

$$(34.) \qquad \Phi(x, y, c) = o$$

mit einem willkürlichen Parameter, sich ergibt, seien jetz noch kurz die „im Allgemeinen“ eintretenden singulären Stellen eines durch (34.) definirten Systems zusammengestellt. Dabei machen wir für die Function Φ von x, y, c nunmehr dieselben Voraussetzungen, die wir bisher für die Function F von x, y, y' festgehalten haben.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial c} = o$$

gibt wieder die „Discriminantencurve“. Deuten wir für $c = z$ wieder $\Phi(x, y, z) = o$ als Fläche über der (x, y)-Ebene, so sind jetzt einfach die Horizontalschnitte derselben die Curven des Systems. Diese Horizontalschnitte durchschneiden im Allgemeinen die „Umrisscurve“ $\frac{\partial \Phi}{\partial z} = o$ auf der Fläche; in der Projection **berühren** sie die Projection der Umrisscurve, die Discriminantencurve.

Die auf der Discriminantencurve auftretenden singulären Stellen sind: Erstens diejenigen, welche durch das (den Gleichungen (7.) analoge) System:

$$(35.) \qquad \Phi = o, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial c} = o \quad \frac{\partial \Phi}{\partial x} + c \frac{\partial \Phi}{\partial y} = o$$

gegeben sind — für welche auf der Fläche $\Phi = o$ ein Horizontalschnitt die Umrisscurve berührt; zweitens diejenigen Stellen, für welche (den Gleichungen (10.) analog) die Beziehungen:

$$(36.) \qquad \Phi = o \quad \frac{\partial \Phi}{\partial c} = o \quad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial c^2} = o$$

statthaben, es sind die Spitzen der Discriminantencurve.

In der Projection auf die (x, y)-Ebene ist für die durch (35.) gegebenen Punkte die Berührung von Systemcurve und Discriminantencurve vierpunktig. — In der Umgebung der durch (36.) bezeichneten Spitzen der Discriminantencurve verhält sich das Curvensystem (wie Fig. V der Tafel IV darstellt) völlig allgemein; in jedem Punkt der Discriminantencurve, und so auch in der Spitze, berührt eine Curve des Systems, in der Spitze in Richtung der Spitzentangente.

Weiter aber bilden ausser diesen auf der Discriminantencurve gelegenen singulären Stellen noch die Punkte, für welche gleichzeitig

$$(37.) \qquad \Phi = o, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial x} = o, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial y} = o$$

statthat, singuläre Punkte unseres Curvensystems[1]). Es sind die Doppelpunkte der Systemcurven, die sich in isolirte und in Doppelpunkte mit 2 reellen Aesten trennen.

Stellt man nun die den Formeln (28.) und (29.) analogen Beziehungen zwischen den singulären Stellen eines solchen Systems und den zugehörigen Characteristiken K und K_i derselben auf, so ist folgendes zu beachten:

Betrachten wir wieder die von den Curven des Systems einfach überdeckten Teilgebiete, welche sich über der Ebene (x, y) (beziehungsweise auf der Fläche $\Phi = o$) durch die Discriminantencurve von einander trennen, so besitzt ein solches Gebiet einmal singuläre Stellen auf dem Rande.

1) Das gleichzeitige Bestehen der analogen Gleichungen

$$F = o, \quad \frac{\partial F}{\partial x} = o, \quad \frac{\partial F}{\partial y} = o$$

für die Differentialgleichung (1) bezeichnet gewisse Wendepunkte des zugehörigen Curvensystems, also keine singulären Stellen in dem hier zu Grunde gelegten Sinne.

Durch einen beliebigen Punkt des Randes läuft eine Systemcurve; die durch die Gleichungen (35.) definirten singulären Stellen sind als Punkte $\overset{r}{\Pi}_2$ und $\overset{r}{\Pi}_0$ zu bezeichnen, indem nämlich an den Berührungsstellen einer Horizontalcurve mit der Umrisscurve in dem einen der beiden, durch die Umrisscurve getrennten Flächenteile zwei Curvenzweige verlaufen, in dem anderen keiner. — Die durch die Gleichungen (36.) definirten Punkte des Randes verhalten sich wie gewöhnliche Punkte des Randes, wie wir erkennen, wenn wir an Fig. V (Tafel IV) die Zerschneidung längs der Umrisscurve vornehmen, welche in Fig. 5 auf pag. 46 für den analogen Fall angedeutet ist. Es ist dann unmittelbar ersichtlich, dass vom singulären Punkte aus je eine Curve des Systems in die beiden dort getrennten Gebietsteile verläuft.

Im Innern der Gebiete sind dann weitere singuläre Punkte $\overset{i}{\Pi}_0$ und $\overset{i}{\Pi}_4$ vorhanden (wenn wir an der Bezeichnung des Index nach der Anzahl der von einem Punkt auslaufenden Aeste festhalten).

Für die Characteristik K_i eines Flächenteiles ergibt sich sonach (aus der Annalen 32 pag. 501 gegebenen Formel) die folgende Beziehung zu den durch die Gleichungen (35.) und (37.) gegebenen singulären Stellen:

$$(38.)\qquad K_i = \tfrac{1}{2}(\overset{r}{\pi}_0 - \overset{r}{\pi}_2) + (\overset{i}{\pi}_0 - \overset{i}{\pi}_4),$$

in welcher die $\overset{r}{\pi}_\nu$, $\overset{i}{\pi}_\nu$ die Anzahlen der betreffenden singulären Stellen bezeichnen.

Dehnt man die Formel über die ganze Fläche aus, so fallen hier auch noch die Stellen (35.) des Randes einfach heraus, weil stets eine Stelle $\overset{r}{\Pi}_0$ mit einer anderen $\overset{r}{\Pi}_2$ correspondirt und man erhält die bekannte Formel:

$$(39.)\qquad K = \sigma_0 - \overset{i}{\sigma}_4$$

Das Resultat des Vergleiches der für die eine und andere Definition eines Curvensystems „im Allgemeinen" eintretenden singulären Stellen lässt sich der Hauptsache nach folgendermassen zusammenfassen:

Sehen wir ab von dem verschiedenen (aber stets „algebraischen") Verhalten der Systeme längs der Discriminantencurve, die im einen Fall als Ort von Spitzen, im andern Fall als Ort der Berührungspunkte der Systemcurven erscheint; sehen wir ebenso ab von dem ebenfalls „algebraischen" Character der Systemcurven in den Spitzen der Discriminantencurve, so kommt der **wichtigste** Unterschied der beiden Definitionen dadurch zum Ausdruck, dass die weiteren, im „Allgemeinen" auftretenden singulären Stellen eines Curvensystems **wesentlich singulär** (transcendenter Natur) sind, wenn wir ausgehen von der Definition durch eine Differentialgleichung erster Ordnung:

$$F(x, y, y') = o$$

dagegen **ausserwesentlich singulär** (algebraischer Natur), soferne eine Gleichung

$$\Phi(x, y, c) = o$$

mit einem Parameter zu Grunde gelegt wird, vorausgesetzt, dass den Funktionen F und Φ die Eingangs bezeichnete Eigenschaft, „algebraischer" Natur zu sein, beigelegt wird.

Sitzung vom 7. Februar 1891.

1. Herr Leonhard Sohncke legt eine Abhandlung des Herrn Dr. C. Ludwig Weber, Direktor der hiesigen elektrotechnischen Versuchsstation „zur Messung der magnetischen Inklination“ vor.

2. Herr Aurel Voss hält einen Vortrag „über spezielle Differentialinvarianten in der Flächentheorie“. Derselbe soll anderweit veröffentlicht werden.

Zur Messung der magnetischen Inklination.

Von C. L. Weber.

(Eingelaufen 7. Februar.)

Unter den Elementen des Erdmagnetismus ist ohne Zweifel die Inklination dasjenige, dessen genaue Bestimmung noch die grössten Schwierigkeiten darbietet.

Obwohl die bestehenden Methoden im Laufe der Jahre wesentliche Verbesserungen erfahren haben, so genügen sie doch nicht allen Anforderungen und die Frage, welche von den bekannten Methoden die beste sei, ist keineswegs abgeschlossen. Bei diesem Stand der Dinge muss auch das Bestreben, neue Wege zu diesem Ziele aufzusuchen, gerechtfertigt erscheinen; und selbst, wenn hiebei kein Fortschritt sich ergeben sollte, so wäre doch eine kritische Discussion derjenigen Verfahren, die überhaupt möglich sind, eine wichtige Aufgabe; insoferne nämlich, als dadurch der Ueberblick über das ganze Problem erleichtert wird.

Von diesem Gedanken geleitet, habe ich vor 2 Jahren 3 neue Methoden beschrieben, die sich auf die Anwendung eines bisher zu diesem Zweck noch nicht benützten Princips gründen[1]). Dieses Princip scheint eine sehr grosse Zahl von Abänderungen zuzulassen, so dass sich im Anschluss an die 3 erwähnten noch eine ganze Reihe von mehr oder weniger ähnlichen Verfahren auffinden liess[2]), von denen jedes als eine selbständige Methode betrachtet werden kann.

Obwohl nun eine vollständige und erschöpfende Discussion aller sich bietenden Möglichkeiten für die Beleuchtung des vorliegenden Problems von Werth wäre, so soll doch im Folgenden blos eine dieser Methoden besprochen werden, die, wie mir scheint, vor vielen anderen gewisse Vortheile bietet. Einige Resultate, welche mit derselben erlangt worden sind, dürften diese Meinung bestätigen.

Grundgedanke.

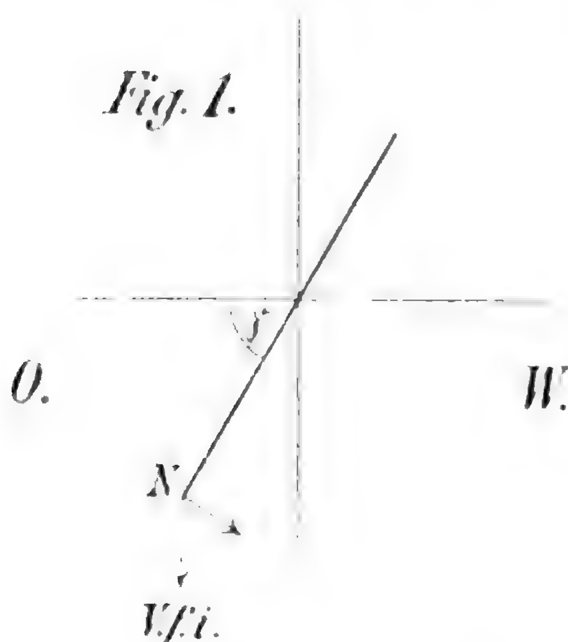
Dem neuen Verfahren liegt folgende Ueberlegung zu Grunde. Es sei gegeben ein Stromkreis, der um einen horizontalen Durchmesser als Axe (Schneide etc.) leicht beweglich ist. Es sei der Schwerpunkt so gelegen, dass die magnetische Axe des Kreises in der Ruhelage, die er ohne Strom, unter dem Einfluss der Schwere einnimmt, einen Winkel γ mit der Horizontalen macht, der etwas grösser ist als die Inklination.

Liegt die Schwingungsebene senkrecht zum magnetischen Meridian, und durchläuft ein Strom den Kreis in solcher Richtung, dass an dem nach unten zeigenden Ende der magnetischen Axe ein Nordpol entsteht, so tritt ein Drehmoment auf von der Grösse:

$$V \cdot f \cdot i \cos \gamma$$

1) C. L. Weber. Wied. Ann. 35. p. 810. 1888.

2) Siehe auch: Tageblatt der 61. Naturforscher-Versammlung zu Köln. 1888. p. 14.

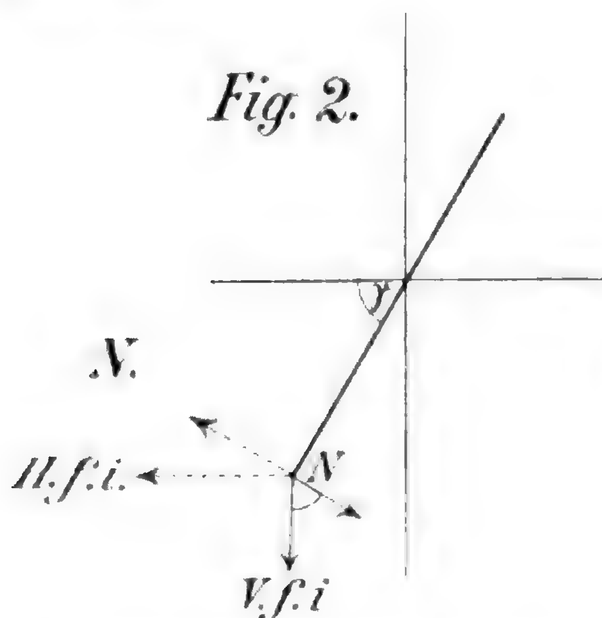


wo V die Vertical-Intensität, f die Windungsfläche, i die Stromstärke, γ den erwähnten Winkel bezeichnet.

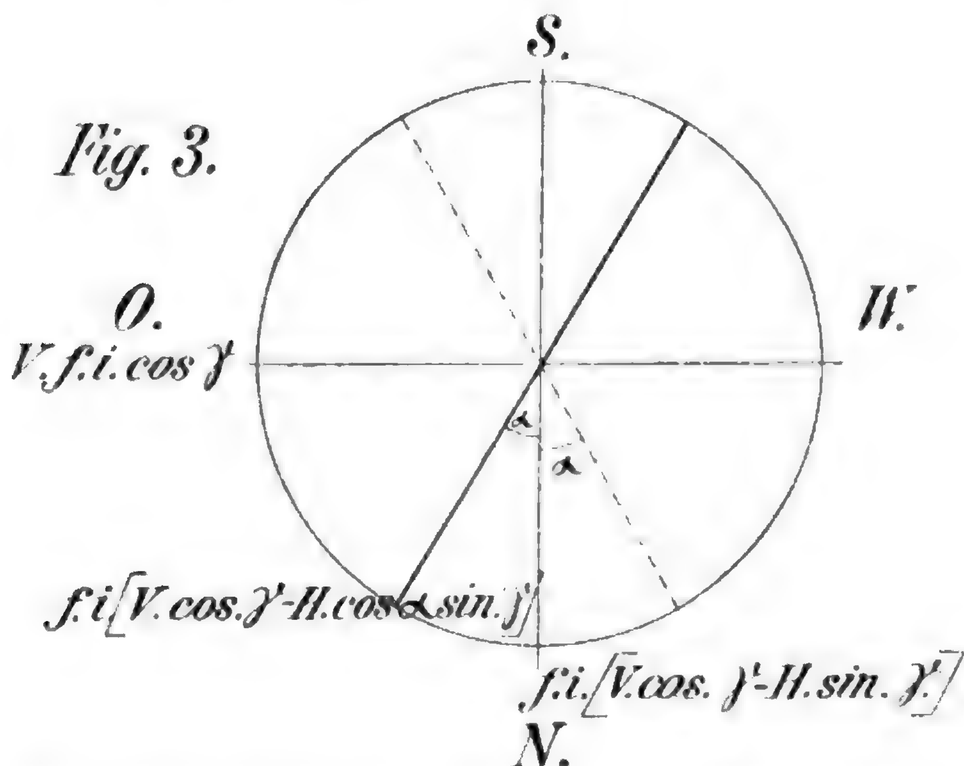
Liegt derselbe bewegliche Stromkreis mit seiner Schwingungsebene im Meridian, so tritt zu diesem Drehmoment noch ein zweites hinzu, herrührend von der Horizontalcomponente H und von der Grösse:

$$\pm H \cdot f \cdot i \cdot \sin \gamma$$

Wenn das zum Nordpol gewordene Ende der magnetischen Axe gegen Norden geneigt ist, so subtrahiren sich beide Momente.



Dreht man jetzt die gedachte Vorrichtung um eine verticale Axe, so dass die Schwingungsebene allmählig von der Nord-Süd- nach der Ost-West-Richtung übergeht, so bleibt in allen Zwischenlagen das von der Vertical-Componente herrührende Drehmoment in ungeänderter Grösse erhalten; das von der Horizontalcomponente herrührende dagegen hat in einer Zwischenlage, die um den $\sphericalangle\, \alpha$ von der Nord-Süd-Richtung abweicht, nur noch die Grösse: $H f i \sin \gamma \cdot \cos \alpha$.



Das gesammte Moment ist also in dieser Lage

$$R = V f i \cos \gamma - H f i \sin \gamma \quad \cos \alpha$$

Ist γ so gewählt, dass $V f i \cos \gamma < H f i \sin \gamma$; ist also γ grösser als die Inklination, so ist es offenbar möglich, einen $\sphericalangle\, \alpha$ zu finden, so dass

$$R = o \quad \text{wird.}$$

In dieser Lage wird also beim Durchlaufen des Stromes durch den Kreis kein Drehmoment auftreten; der im stromlosen Zustand in einer bestimmten Ruhelage befindliche Kreis wird beim Schliessen des Stromes keinen Ausschlag geben. Man hat:

$$V \cdot f i \cdot \cos \gamma = H \cdot f i \cdot \sin \gamma \cos \alpha \quad \text{also:}$$

$$\frac{V}{H} = tg\, \gamma \cdot \cos \alpha = tg\, I.$$

Man findet also die Inklination I, wenn es möglich ist, die Winkel γ und α zu messen.

Man erkennt sofort, dass dieser Weg gewisse Vortheile bietet: Stromstärke und Windungsfläche braucht man nicht

zu kennen; erstere braucht nicht constant zu sein, denn man hat eine reine Nullmethode; den Winkel γ wird man vor der eigentlichen Beobachtung ein für alle mal ermitteln und nur seine jedesmalige Veränderung beobachten; die Genauigkeit lässt sich sehr hoch steigern; denn wenn γ so gewählt ist, dass α klein wird, so entspricht einer verhältnissmässig grossen Zunahme von α eine kleine von $\cos \alpha$. Man braucht also α nur mit mässiger Genauigkeit zu kennen, um I mit vielmal grösserer Genauigkeit zu bestimmen. Im übrigen hängt die Genauigkeit des Endresultates ab von der Sicherheit, mit der $\sphericalangle \gamma$ gemessen werden kann. Schliesslich wird man unabhängig von der Kenntniss des magnetischen Meridians, da man die dem $\sphericalangle \alpha$ entsprechende Azimuthalebene auf beiden Seiten des Meridians aufsuchen und den $\sphericalangle \alpha$ durch Halbiren der Ablesungsdifferenz am Horizontalkreis finden kann.

Ausführung.

Anforderungen. Ein zur Ausführung des gegebenen Grundgedankens geeigneter Stromkreis muss bei möglichst grosser Windungsfläche ein geringes Gewicht besitzen. Um die horizontale Axe soll er mit der nöthigen Empfindlichkeit drehbar sein, welche Drehbewegung durch die Zuführung des Stromes zu dem beweglichen Kreis nicht beeinträchtigt werden darf. Der ganze Apparat muss um eine verticale Axe so gedreht werden können, dass man die Grösse der Drehungen an einem horizontalen Theilkreis ablesen kann. Endlich müssen Vorrichtungen angebracht sein, um die Grösse des $\sphericalangle \gamma$; d. h. die Neigung der magnetischen Axe des Kreises genau messen und die etwaigen Veränderungen derselben verfolgen zu können.

Instrument. Das von mir zur Erprobung des Verfahrens benützte Instrument darf blos als improvisirtes Werk-

zeug betrachtet werden. Es wurde aus dem früher[1]) beschriebenen Apparat hergestellt durch Entfernung des Wagebalkens und Zufügung eines Horizontalkreises. Mit der verticalen Tragsäule wurden Fernrohr und Scala fest verbunden.

Es besteht demnach aus folgenden Theilen. Ein Dreifuss mit Stellschrauben trägt eine in konischem Zapfenlager drehbare verticale Säule. Mit derselben dreht sich ein Theilkreis, dessen Nonien am Dreifusse befestigt sind. Auf dem oberen Ende der Säule befinden sich isolirt zwei Iridiumplatten als Lager für die Schneiden des Stromkreises. Dieser hat circa 10 cm Radius und circa 500 Windungen. Mit Hilfe einiger radial angeordneter Streben ist er an einem nahe quadratischen Messingrahmen befestigt, der auf seiner inneren oberen Seite die Schneide trägt; letztere ist aus Iridium gefertigt, vom Rahmen isolirt und um den Strom zu- und abzuführen, in 2 Theile getrennt, die durch dünne Drähte mit den Windungen in Verbindung stehen. Die Stromzuführung geschieht also mit Hilfe der Lagerplatten durch die Schneide, was sich über Erwarten gut bewährt.

Zum Beobachten und Justiren sind am Stromkreis 2 Spiegel angebracht. Der eine (I) ist nahe den Schneiden befestigt und steht in der Ruhelage nahezu vertical; er dient zur Beobachtung der Schwingungen; der zweite ist mit den Windungen (resp. dem Rahmen derselben) fest verbunden; seine Ebene wird parallel der Windungsebene justirt. Beide können mit 3 Schrauben und Spiralfedern beliebig justirt werden.

Das Fernrohr ist mit Hilfe eines ausladenden, versteiften Armes an der verticalen Säule befestigt und trägt eine kurze Scala in circa 0,25 m Abstand vom Spiegel I.

Zu dieser Einrichtung kommt noch eine Arretirungsvorrichtung hinzu und endlich ein Schutzkasten gegen Luftströmungen (bei meinen Versuchen aus Pappe).

1) L. c.

Justirung. Nachdem in bekannter Weise die verticale Drehaxe genau vertical, die Lager der Schneiden genau horizontal gestellt sind, ist die wichtigste Justirung diejenige, welche es ermöglicht, den $\sphericalangle \gamma$ zu bestimmen; d. h. den Winkel, den die magnetische Axe des Stromkreises in der Ruhelage mit der Horizontalen macht. Diese Arbeit wird in 3 Theile zerlegt. Man justirt 1) Spiegel II so, dass seine Ebene parallel ist der mittleren Windungsebene des Stromkreises. 2) Man misst den Winkel zwischen den Ebenen der beiden Spiegel I und II. 3) Man bestimmt diejenige Ablesung, die sich am Fernrohr und Scala im Spiegel I ergiebt, wenn die Spiegelnormale I genau horizontal liegt. Offenbar ist dann für jede beliebige Ruhelage der $\sphericalangle \gamma$ aus der Scalenablesung zu ermitteln, wenn der Scalenwerth bekannt ist.

Ein Weg, um diese Justirungen zu erreichen, ist folgender. Man setzt den Stromkeis auf ein passendes Gestell, am besten auf ein Goniometer und macht nun beide Spiegelebenen parallel zur Schneide. Man kann hiebei genau so verfahren, wie bei der Justirung eines Prismas auf einem Goniometer zum Zwecke der Messung des brechenden Winkels. Die spiegelnden Prismenflächen der Schneiden können dabei benützt werden, um die Schneide parallel der Drehaxe des Goniometers zu stellen.

Um nun den Spiegel II zur mittleren Windungsebene parallel zu stellen, benützt man den mit seiner Ebene vertical aufgestellten Stromkreis als Multiplicator, hängt einen Magnet mit collimirtem Spiegel in seine Mitte und dreht die Windungsebene genau in die Ost-Westlage, was daran erkannt wird, dass ein Strom, der sie durchfliesst, den erwähnten Magnet nicht ablenkt. Es liegt dann auch die Ebene des Magnetspiegels in Ost-West und man hat nur den Spiegel II zum Magnetspiegel parallel zu stellen. Letzteres ist mit Fernrohr und Scala, eventuell Senkelfaden

leicht genau zu machen, besonders wenn beide Spiegel nahe neben- oder übereinander sind, und es gibt dann die Normale zu Spiegel II genau die Richtung der magnetischen Axe des Stromkreises an; seine Ebene ist parallel der mittleren Windungsebene.

Ad 2) hat man nun den Winkel zwischen Spiegel I und II zu messen. Dies geschieht genau so, wie man den brechenden Winkel eines Prismas auf dem Goniometer bestimmt; die dazu nöthige Aufstellung ist nach Obigem schon geschehen.

Ad 3). Setzt man den Stromkreis wieder auf seine Unterlage und neigt ihn durch passende Belastung so lange, bis man in einem horizontal gestellten Fernrohr (Nivellirinstrument, Kathetometer oder Beobachtungsfernrohr selbst) das vom Spiegel I reflectirte Fadenkreuz mit dem Fadenkreuz selbst zur Deckung gebracht hat; oder bis das Spiegelbild einer mit dem Nivellirfernrohr in gleicher Höhe befindlichen Marke am Fadenkreuz erscheint. Alsdann liest man am Ablesefernrohr den einstehenden Theilstrich der Scala ab. In dieser Lage gibt dann der sub 2) gemessene Winkel direkt die Neigung (γ) der magnetischen Axe des Stromkreises an. Für eine andere Ruhelage ergibt sich der jedesmalige Winkel γ aus der betreffenden Scalenablesung mit Hilfe des Abstands von Spiegel und Scala.

Es ist leicht möglich, das Instrument so einzurichten, dass alle diese Justirungen an ihm selbst ausgeführt werden können; da es ja den Hauptbestandtheil eines Goniometers: horizontalen Theilkreis und Beobachtungsfernrohr bereits besitzt.

Es ist wichtig zu wissen, dass diese Justirung, beziehungsweise einzelne Theile derselben, auch auf andere Art durchgeführt werden können. Um z. B. die beiden Spiegelebenen parallel der Schneide zu stellen, kann man einen dritten Hilfsspiegel und den Horizontalkreis benützen. Man

richtet den dritten Spiegel so, dass seine Normale zur Schneide parallel, also seine Ebene parallel der Schwingungsebene ist, was daran erkannt wird, dass bei schwingendem Stromkreis das Spiegelbild einer festen Marke sich nicht bewegt. Alsdann richtet man irgend eine Visirlinie (2 Senkelfäden), so dass sie senkrecht zur Spiegelebene steht und dreht nun das Instrument um genau 90° um die verticale Axe. Sind die beiden Spiegel I und II zur Schneide parallel, so muss jetzt die vorher gerichtete Visirlinie auch auf diesen Spiegeln senkrecht stehen; ist es nicht der Fall, so kann man die Spiegel justiren.

Um den Spiegel II zur mittleren Windungsebene parallel zu stellen, kann man auch des Magnets entrathen. Man hängt den Stromkreis an einem Metallfaden auf, der den Strom zuführt, während ein als Dämpfer in eine Flüssigkeit tauchender Draht die zweite Leitung bildet; geht ein Strom hindurch, so stellt sich die Axe in den Meridian, und nachdem man die Torsion aufgehoben hat, kann man durch Umhängen des Kreises den Spiegel II gerade so collimiren wie bei einem Magnet; womit die Forderung sub 1) erfüllt wird [1]).

Verfahren beim Beobachten. Nachdem Alles, wie beschrieben, justirt und für eine bestimmte Ruhelage, die durch die Scalenablesung am Beobachtungsfernrohr definirt ist, der entsprechende Neigungswinkel γ ermittelt worden, kann man mit dem Beobachten beginnen.

Der Strom wurde mir von einer Batterie ganz kleiner Grove-Elemente geliefert (30 an der Zahl). Eine Quecksilberwippe war in den Stromkreis geschaltet, um beliebig öffnen und schliessen, eventuell die Schwingungen dämpfen zu können.

1) Ueber einige Auswege, welche die direkte Messung des $\sphericalangle\,\gamma$ ganz umgehen, siehe am Schluss.

Man stellt nun zunächst die Schwingungsebene des Instrumentes ungefähr in den Meridian und probirt, ob beim Stromschluss in einer bestimmten Richtung der bewegliche Kreis nach grösseren oder nach kleineren Scalentheilen ausschlägt. Hierauf dreht man die Schwingungsebene um ein grosses Stück — etwa 20° — nach einer Seite z. B. nach Ost, bis der Ausschlag nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt; darauf wird nach Massgabe der erfolgten Ablenkung zurückgedreht und so fort, bis man das Azimuth, dem der Ausschlag 0 zugehört, in ein Intervall von 10 bis 5 Minuten eingeschlossen hat; die zuletzt beobachtete Ruhelage wird ebenfalls notirt.

Nun erfolgt ein zweiter Satz von Probeeinstellungen auf der anderen Seite, also westlich; darauf wird die Nullstellung östlich wiederholt und so weiter, wobei man in der Regel eine allmählige Verschiebung in der Ruhelage, also eine Veränderung des Winkels γ bemerkt, weshalb auch die einzelnen, auf derselben Seite abgelesenen Azimuthe nicht die gleichen sind. Das Auffinden der einzelnen Azimuthe erfolgt, nachdem die beiden ersten festgelegt sind, in der Regel mit 3 bis 5 Einstellungen; um die Empfindlichkeit zu vergrössern, kann man die Stromimpulse multipliciren, andrerseits dämpfen.

Die weitere Behandlung der Ablesungen erläutert sich am besten an der Hand eines Beispieles. Man hatte durch die vorausgegangene Justirung ermittelt, dass für eine bestimmte Ruhelage, bei welcher die Ablesung am Beobachtungsfernrohr den Scalentheil: 82,7 ergab, der Winkel γ die Grösse hatte: 66° 36′ 24″.

In der Zeit von $3^h 25$ bis $4^h 6'$ am 23./7. 90 wurden die dem Ausschlag Null entsprechenden Azimuthe abwechselnd in Ost und West nebst den zugehörigen Ruhelagen in folgender Weise beobachtet:

Azimuth:	177° 45′	151° 45′	177° 30′	152° 15′
Ruhelage:	82,4	82,05	81,65	81,6
	177° 15′	152° 15′	176° 55′	
	81,5	81,45	81,2.	

Um nun für 2 Azimuthe Ost und West denselben Winkel γ zu haben, interpolirt man linear zwischen den Einstellungen auf derselben Seite z. B. Ost ein Azimuth, welches dem in der Zwischenzeit westlich beobachteten γ entspricht etc.

Man erhält so durch Interpolation zwischen 1 und 3 einen Werth 2′; aus 2 und 4 einen Werth 3′ etc., die dann mit den direkten Ablesungen 2 und 3 etc. combinirt werden. Aus obigen Zahlen z. B. erhält man die ersten 3 Columnen der folgenden Tabelle:

Nr.	Ruhelage Scalentheile	Azimuthe		α	γ	I[1])
		Ost	West			
2 ; 2′	82,05	177° 38′	151° 45′	12° 56′,5	66° 33′ 40″	66° 1′ 7″
3 ; 3′	81,65	177° 30′	152° 13′	12° 38′,5	31′ 55″	0′ 51″
4 ; 4′	81,6	177° 25′	152° 15′	12° 35′,0	31′ 42″	0′ 53″
5 ; 5′	81,5	177° 15′	152° 15′	12° 30′,0	31′ 17″	0′ 53″
6 ; 6′	81,45	177° 12′	152° 15′	12° 28′,5	31′ 4″	0′ 47″

Aus je 2 Azimuthen ergibt sich nun ein Winkel α; berechnet man ferner mit Hilfe der Angabe, dass die Scalenablesung 82,7 einem Werthe $\gamma = 66° 36' 24''$ entspricht und dem Scalenabstand (402,8 Scalentheile) den zu jeder einzelnen Ruhelage gehörigen Werth von γ, so erhält man die beiden folgenden Spalten obiger Tabelle.

Je ein Werth von α und γ ergeben dann eine Zahl für die Inklination; aus den 7 mitgetheilten Einstellungen also 5 Werthe der Inklination, deren Grösse in der letzten Spalte erscheint.

1) Es muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass die absoluten Beträge von I durch Eisengehalt des improvisirten Apparates und andere Localeinflüsse gefälscht sind.

Resultate.

Zur weiteren Kennzeichnung des Verfahrens sollen noch einige Beobachtungsreihen mitgetheilt werden, wobei nochmals betont sei, dass die absoluten Werthe durch Localeinflüsse fehlerhaft sind.

Datum: 14. VII. $2^h 45' - 4^h 0'$			Datum: 16. VII. $9^h 25' - 10^h 18'$		
α	γ	I	α	γ	I
16° 16′,5	66° 35′ 33″	65° 43′ 36″	16° 20′	66° 35′ 33″	65° 43′ 16″
16° 13′,5	66° 35′ 8″	43′ 29″	16° 8′	34′ 42″	43′ 37″
16° 5′	66° 34′ 17″	43′ 32″	15° 47′	32′ 35″	43′ 42″
16° 56′,5	66° 33′ 26″	43′ 36″	15° 44′	31′ 44″	43′ 11″
15° 54′	66° 33′ 1″	43′ 27″	15° 24′	29′ 37″	43′ 2″
	Mittel:	65° 43′ 32″	15° 16′	27′ 55″	42′ 14″
				Mittel:	65° 43′ 10″

Datum: 16. VII. $2^h 0' - 2^h 55'$			Datum: 18. VII. $10^h - 10^h 40'$		
α	γ	I	α	γ	I
15° 54′	66° 30′ 28″	65° 40′ 48″	15° 28′,7	66° 26′ 21″	65° 41′ 18″
15° 37′,5	28′ 35″	40′ 36″	15° 31′,2	28′ 46″	41′ 28″
15° 35′,7	29′ 14″	41′ 12″	15° 18′,7	26′ 39″	40′ 34″
15° 32′,5	28′ 21″	40′ 53″	15° 21′,2	27′ 5″	40′ 44″
15° 26′	27′ 30″	40′ 40″	15° 18′,7	26′ 39″	40′ 34″
15° 12′	26′ 13″	40′ 48″	15° 10′	25′ 23″	40′ 9″
	Mittel:	65° 40′ 49″		Mittel:	65° 40′ 48″

Diese Zahlen zeigen, dass mit dem neuen Verfahren selbst unter ungünstigen Verhältnissen Resultate erzielt werden, die concurriren können mit den besten bisher verwendeten Methoden (Scherings und Wilds geneigter Erdinductor). Ein grosser Vorzug des Verfahrens dürfte darin liegen, dass man unabhängig wird von einer besonderen Bestimmung des magnetischen Meridians und der Variationen in Deklination. Man erhält vielmehr zugleich mit der Inklinationsmessung auch eine Festlegung des Meridians. Ein weiterer Vortheil liegt darin, dass man, wie beim Nadelinklinatorium, nur ein

einziges Instrument zu justiren und zu beobachten hat; dasselbe kann so construirt werden, dass man auch zu den einzelnen Justirungen keinen weiteren Hilfsapparat benöthigt.

Man wird finden, dass die Genauigkeit des Endresultates zum grossen Theil abhängig ist von der Exaktheit, mit der die Justirung, insbesondere die Bestimmung des Winkels γ möglich ist. Aus der gegebenen Beschreibung dieser Justirmethoden dürfte aber auch hervorgehen, dass dieselben in allen ihren Theilen mit derjenigen Sicherheit durchgeführt werden können, deren die Messung von Winkeln mit Hilfe eines Theilkreises oder mit Spiegel und Scala überhaupt fähig ist.

Da nun diese Justirung vor der eigentlichen Beobachtung und unabhängig von derselben vorgenommen wird, so kann ein hohes Maass von Zeit und Sorgfalt ihr gewidmet werden, und es lässt sich so erreichen, dass sie in Bezug auf Genauigkeit übereinstimmt mit der Empfindlichkeit, die in den Schlussbeobachtungen zu Tage tritt.

Dabei ist nochmals hervor zu heben, dass die Justirungen auf verschiedene Weisen vorgenommen werden können, die zur gegenseitigen Controlle dienen; auch ist es sehr wohl möglich, noch weitere Vereinfachungen oder Verbesserungen in dieser Richtung ausfindig zu machen, wofür sich im Anhang einige Andeutungen finden.

Ich glaube daher, dass der im Vorstehenden beschriebene neue Weg zur Bestimmung der Inklination einige Beachtung verdient und dass es sich sehr wohl lohnen würde, das Verfahren mit Hilfe eines zweckmässig gebauten Apparates weiter zu studiren und auszuarbeiten, wozu mir selbst leider die Hilfsmittel und die Gelegenheit fehlen.

Schluss.

Da ich die beschriebene Methode nicht als etwas vollständig Fertiges, sondern blos als einen Vorschlag, als eine Studie betrachte, deren weitere Ausarbeitung Anderen oder wenigstens einer gelegeneren Zeit überlassen sein möge, so habe ich auch von einer ausführlicheren Diskussion derselben abgesehen und möchte nur anhangsweise einige Gesichtspunkte nach dieser Richtung hin entwickeln.

Betrachtet man in der Formel:

$$x = tg\, I = tg\, \gamma \cdot \cos \alpha$$

den Winkel γ als vollständig bestimmt, so ergibt die Differentialgleichung:

$$\frac{d\,x}{d\,\alpha} = -\, tg\, \gamma \cdot \sin \alpha ;$$

dass die Bestimmung von x mit Hilfe von α um so genauer wird, je kleiner α ist, je mehr sich also γ dem wahren Werthe der Inklination nähert, wie man auch von vorneherein einsieht.

Man könnte auf Grund dieser Verhältnisse glauben, dass es besser sei, den Winkel α überhaupt nahezu gleich Null zu machen, d. h. blos im Meridian zu beobachten und nur γ so lange zu ändern, bis es mit I übereinstimmt, d. h. die schwingende Windungsfläche so lange durch zugefügte Belastungen zu neigen, bis ihre Axe genau mit der Inklination übereinstimmt, alsdann wird auch der Ausschlag Null beobachtet.

Ich halte dies Verfahren aber nicht für vortheilhaft; denn abgesehen davon, dass dies eine besondere Meridianbestimmung voraussetzt, wird man doch über die Grösse der möglicherweise vorhandenen Abweichung vom Meridian Aufschluss suchen müssen und zu diesem Zwecke um die verticale Axe drehen.

Auch lassen sich die einzelnen Veränderungen von γ nicht mit derjenigen Schärfe bestimmen, mit der man die zugehörigen α beobachten kann.

Um dies zu übersehen betrachten wir in der Formel

$$tg\, I = tg\, \gamma \cdot \cos \alpha$$

die Inklination I als constant; dann liefert eine Differentiation die Gleichung

$$o = \frac{\cos \alpha}{\cos^2 \gamma}\, d\gamma - tg\, \gamma \sin \alpha\, d\alpha$$

also:

$$\frac{d\gamma}{d\alpha} = \sin \gamma \cos \gamma\, tg\, \alpha =$$

$$= \sin^2 \gamma \cdot \sin \alpha\, ctg\, I$$

und wenn man γ durch I und α ausdrückt:

$$\frac{d\gamma}{d\alpha} = \sin \alpha\, ctg\, I \cdot \frac{tg^2 \gamma}{1 + tg^2 \gamma}$$

$$\frac{d\alpha}{d\gamma} = (1 + ctg^2 \gamma) \frac{tg\, I}{\sin \alpha};$$

da $ctg^2 \gamma = \cos \alpha\, ctg\, I$, so erhält man:

$$\frac{d\alpha}{d\gamma} = \frac{tg\, I}{\sin \alpha} (1 + \cos^2 \alpha\, ctg\, I)$$

Da nun die Tangente der Inklination bei uns nahezu $= 2$ ist, so bleibt $d\alpha$ stets grösser als das zugehörige $d\gamma$ und selbst für den extremen Werth $\alpha = 90^0$ ergibt sich noch $d\alpha$ nahe $= 2 \cdot d\gamma$.

Es zeigt diese Gleichung, dass kleine Veränderungen, die im Winkel γ vorkommen und die sich etwa während der Messung der Beobachtung entziehen, sofort bemerkbar werden durch eine selbst im ungünstigsten Falle noch doppelt so grosse Aenderung in α. Man kann also durch wiederholte Einstellung auf α die unmerklichen Aenderungen in γ eliminiren.

Bringt man aber willkürlich messbare Veränderungen in γ hervor und bestimmt für die neue Neigung $(\gamma + \delta)$ den zugehörigen Einstellungswinkel α_1, so kann man diese zweite Beobachtung mit der ersten (γ, α) combiniren und es ergibt sich so eine Abänderung des Verfahrens, bei der die directe Messung des Winkel γ ganz umgangen und durch die Beobachtung seiner Veränderung δ ersetzt wird.

Man erhält nämlich aus den Gleichungen:

$$tg\, I = tg\, \gamma \cos \alpha = tg\, (\gamma + \delta) \cos \alpha_1$$
$$= \frac{tg\, \gamma + tg\, \delta}{1 - tg\, \gamma\, tg\, \delta} \cos \alpha_1$$

die weitere

$$tg^2\, \gamma + tg\, \gamma \cdot \frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha}{tg\, \delta \cos \alpha} = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha}$$

woraus

$$tg\, \gamma =$$
$$= \tfrac{1}{2}\, ctg \delta \left(1 - \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha}\right) \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}\, ctg^2\, \delta \left(1 - \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha}\right)^2 + \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha}}$$

Man kann also γ aus δ, α und α_1 berechnen und aus diesem Werthe die Inklination bestimmen.

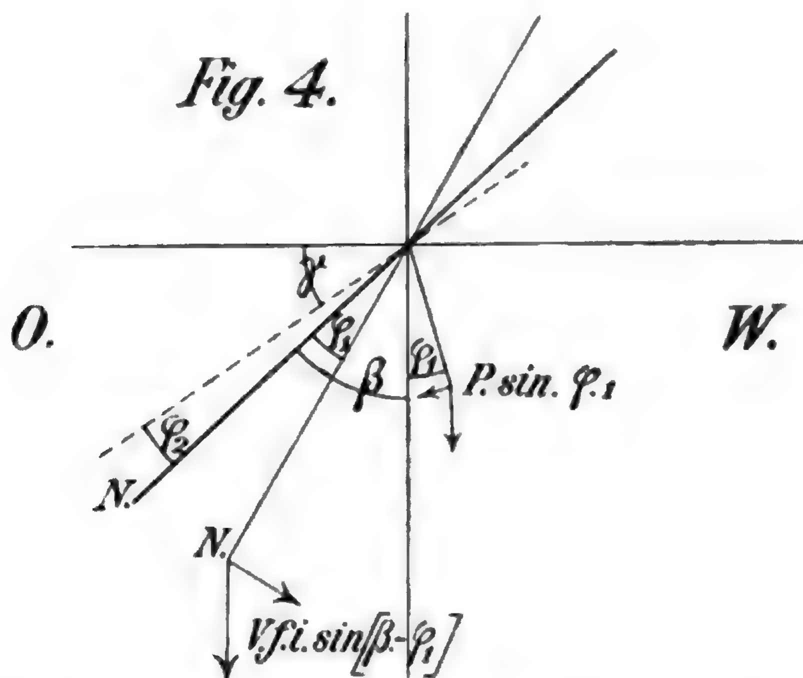
Um die directe Bestimmung des Winkels γ zu umgehen, kann man endlich einen zweiten Weg einschlagen, der sich mit derselben Anordnung des Apparates durchführen lässt, aber nicht mehr auf eine Nullmethode führt, sondern die Beobachtung von Ablenkungswinkeln nöthigt macht[1]).

Hat man nämlich östlich und westlich vom Meridian beobachtet und damit die Grösse α und die Lage des Meridians bestimmt, so kann man die Neigung γ finden, indem

1) Eine diesbezügliche Andeutung findet sich bereits in einer früheren Abhandlung: C. L. Weber: Wiedem. 35. p. 816. 1888 und ein darauf gegründetes selbständiges Verfahren: Tageblatt der 61. Naturforscher-Versammlung zu Köln, 1888. p. 14. unter IV.

man in der nun bekannten Ost-West-Ebene die beim Schliessen des Stromes in 2 verschiedenen Richtungen auftretenden Ablenkungen ermittelt.

In dieser Lage (Schwingungsebene Ost-West) entstehen beim Stromschluss zwei Drehmomente: von Seite der Verticalintensität und von Seiten der Schwere. Erstere sucht die Axe vertical zu stellen und dreht so lange, bis das von der Schwere ausgeübte Moment ihr Gleichgewicht hält. Ist in der Ruhelage die Neigung der Axe des Stromkreises gegen



die Verticale $= \beta = 90 - \gamma$, während der Schwerpunkt genau vertical unter der Drehaxe liegt, so gilt für eine Ablenkung φ_1, die durch Stromschluss in einer bestimmten Richtung hervorgebracht wird, die Gleichung:

$$V \cdot f i \cdot \sin(\beta - \varphi_1) = P \cdot \sin\varphi_1\,;$$

schliesst man den Strom in umgekehrter Richtung, so ergibt sich ein Ausschlag φ_2 nach der entgegengesetzten Seite, so dass

$$V \cdot f i \sin(\beta + \varphi_2) = P \cdot \sin\varphi_2$$

worin P die Masse des beweglichen Theiles multiplizirt mit

dem Abstand zwischen Schwerpunkt und Drehaxe. Aus beiden Gleichungen erhält man

$$\frac{\sin(\beta - \varphi_1)}{\sin(\beta + \varphi_2)} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$$

oder

$$\sin\beta\, ctg\,\varphi_1 - \cos\beta = \sin\beta\, ctg\,\varphi_2 + \cos\beta$$

oder

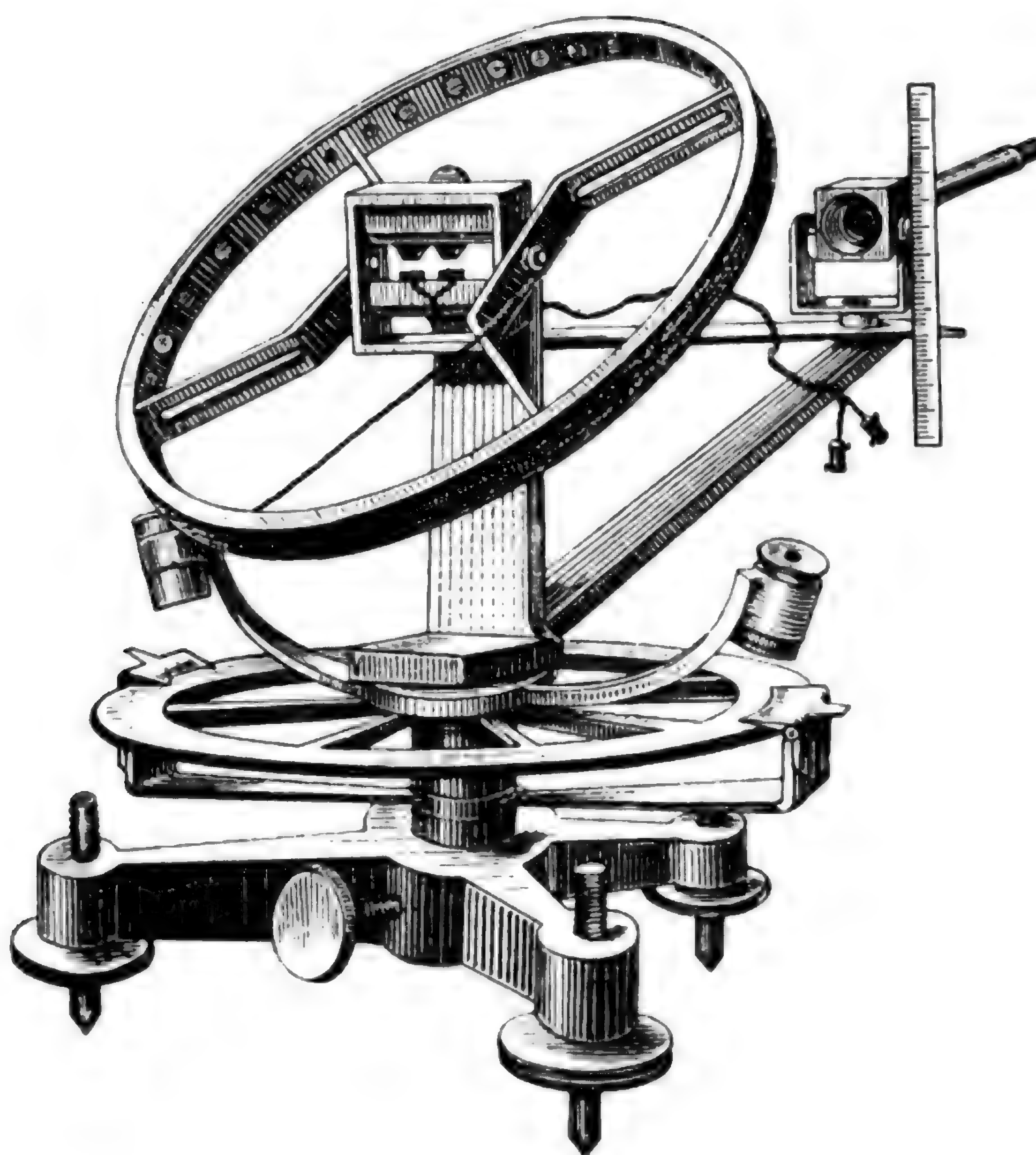
$$tg\,\beta \cdot (cotg\,\varphi_1 - cotg\,\varphi_2) = 2$$

also

$$tg\,\beta = \frac{2}{ctg\,\varphi_1 - ctg\,\varphi_2} = 2\,\frac{\sin\varphi_1 \sin\varphi_2}{\sin(\varphi_1 - \varphi_2)} = ctg\,\gamma$$

so dass also γ aus den beiden Ablenkungen: φ_1 und φ_2 ermittelt werden kann.

Obgleich von diesen indirecten Bestimmungen von γ nicht jene Genauigkeit erwartet werden kann, wie von einer directen Ausmessung, so sind sie doch als Controllen von Werth, zumal da sie sich mit dem für die vorgeschlagene Methode adjustirten Instrument ohne Weiteres ausführen lassen.



Sitzung vom 7. März 1891.

1. Herr N. Rüdinger hält einen Vortrag: „Ueber die Umwandlung Lieberkühn'scher Drüsen durch die Follikel im Wurmfortsatz des Menschen." (Mit einer Doppeltafel.)

2. Herr W. v. Gümbel macht eine Mittheilung: „Ueber die geologischen Verhältnisse der Thermen von Bormio."

Geologische Bemerkungen über die Thermen von Bormio und das Ortlergebirge.

Von C. W. v. Gümbel.

(Eingelaufen 31. März.)

In meiner Schilderung der geologischen Verhältnisse von Gastein (Sitzber. d. bayer. Akad. d. Wiss. math.-phys. Cl. 1889. Bd. XIX. S. 341) habe ich auf die Thermen von Bormio hingewiesen, welche eine ähnliche Temperatur wie die warmen Quellen Gasteins besitzen, sich aber von diesen durch ihren beträchtlichen Gehalt an gelösten Mineralstoffen in auffallender Weise unterscheiden.

Ein längerer Aufenthalt im alten Bade Bormio und im Gebiete des Ortlergebirges hat mir Gelegenheit gegeben, die geologischen Verhältnisse näher kennen zu lernen, welche in dieser Gegend herrschen und der Entstehung der so eigenartigen Quellen von Bormio zu Grunde liegen. Obwohl die vorgenommenen Untersuchungen einen

Anspruch auf Vollständigkeit nicht machen können und wollen, so haben sie doch zu einigen Ergebnissen geführt, welche für eine spätere eingehendere Erforschung dieser Gegend von Nutzen sein können und wenigstens über die Quellenverhältnisse nähere Aufschlüsse zu geben geeignet scheinen. Sie sind desshalb in dem Folgenden kurz zusammengestellt.

Die Thermen von Bormio treten am Südrande des gewaltigen Kalkstocks der Ortlergruppe da zu Tag, wo die Kalkschichten dieses Gebirgsmassivs auf einem thonigschiefrigen, impermeablen Fundamente aufruhen und der ganze mächtige Gebirgsstock von einer tief einschneidenden Querbucht, nämlich jener der Adda, bis unter diese Unterlage durchbrochen ist. Zwar kommen die Hauptquellen jetzt nicht auf der tiefsten Thalsohle der Addaschlucht zum Vorschein, wie man folgern könnte, wenn man den Ursprungsort der Quellen mit dem Thaleinschnitt in unmittelbar genetischem Zusammenhange sich dächte, sondern sie brechen 80—100 m höher an dem Berggehänge zu Tage aus. Dies hat jedoch seinen Grund in dem Umstande, dass der grossartige Gebirgseinschnitt, der von Bormio bis auf die Passhöhe des Stilfser Jochs emporzieht, da, wo jetzt die Hauptquellen bei dem alten Bade ausfliessen, in früherer, wie sich nachweisen lässt, diluvialer Zeit, nicht bis zur jetzigen Thalsohle, sondern nur bis etwa zur Höhe des alten Bades eingetieft war, so dass die Quellen zur Zeit ihrer vermuthlich ersten Entstehung allerdings auf der damals tiefsten Einbuchtung ihren Ausfluss sich verschafft haben, den sie dann auch später und bis jetzt als den bereits gebahnten und die geringsten Widerstände bietenden Weg beibehalten haben. Dass die Quellen bereits in sehr früher Zeit auf beträchtlicher Höhe ausgeflossen sind, das deutet die mächtige, wahrscheinlich diluviale Conglomeratbildung an, deren durch eine dem jetzigen Quellenabsatz entsprechende Kalksinter-

masse verkittete Geröllbänke sich oberhalb des Bades wie eine krustenartige Decke über die Gehänge ausgebreitet zeigen.

Ausser den Hauptquellen im alten Bade treten aber auch noch Quellen an tiefer liegenden Stellen zu Tag, z. B. die Plinius-, Augen-, Ostgothen- und Nibelungenquelle und in der Addaschlucht selbst sollen sich im Winter, wenn dieselbe zugänglich ist, noch 16 kleinere Quellen beobachten lassen.

Die Quellen brechen aus stark zerklüfteten, oft Breccienartigen, dolomitischen, schwärzlichen Kalkfelsen auf Klüften oder Aushöhlungen, welche sie sich nach und nach ausgebildet haben, hervor. Die Hauptrichtung der zahllosen, sich schneidenden Klüfte ist nach St. 3 und 9 gerichtet. Am besten lässt sich der Quellenausfluss in dem gegen 40 m langen Quellenstollen beobachten, der hinter dem alten Bad schon zu einer unbekannt alten Zeit in dem anstehenden Felsen getrieben worden ist. Nicht weit vom Eingange sprudelt hier aus einer ausgehöhlten Spalte die sog. Martinsquelle mit 38° C. Wärme und liefert beiläufig 3 Sekundenliter Mineralwasser. Früher sollen in diesem Stollen noch an mehreren Stellen Ergüsse stattgefunden haben, die jetzt nicht mehr fliessen. Auch die Martinsquelle soll zuweilen grossen Schwankungen in der Ergiebigkeit unterliegen und sich sehr verschwächen, sobald zur Winterszeit die Oberfläche der ganzen Umgegend mit Eis bedeckt ist.

Etwas tiefer als diese Hauptquelle für das alte Bad liegt die Quelle des sog. römischen Bads (Frauenheil) nebst dem sog. Kleinkindersprudel mit 36,6° C. und 7,5 Sekundenliter Wasser. Ihr Austrittpunkt aus einer mit einem Gewölbe umschlossenen Felsenhöhlung hinter der Martinskirche lässt sich in diesem engen Raume des Wasserdunstes wegen nicht genauer beobachten. Beide Thermen liefern das Wasser für das neue Bad. Ganz in der Nähe derselben entspringt eine weitere Mineralquelle, Cassiodora oder äussere Ostgothenquelle, an einer schwer zugänglichen Stelle aus einer Ge-

steinsspalte und fliesst, Dampfwolken bildend, durch ein Gerinne und über die mit einer weissen und z. Th. gelben Sinterkruste überzogenen Felsen unbenützt ab. Sie soll eine Temperatur von 39° C. besitzen und 1,7 Sekundenliter Wasser liefern. Die zur Trinkkur benützte Pliniusquelle kommt etwas tiefer am Thalgehänge aus einer deutlichen Felsenspalte mit 38,3° C. (nach meinen öfteren Messungen) und 1,9 Sekundenliter Erguss zu Tag.

Eigenartig ist die sog. Augenquelle (St. Carlsquelle) wegen ihres ockerigen Absatzes; sie liefert nur lauwarmes Wasser, das wohl als eine im Geröll abzweigte und bei dem Durchfliessen durch letzteres mit Eisencarbonat angereicherte Ader der Hauptquellen anzusehen ist. Entfernter von diesen Hauptquellpunkten am Steilgehänge der Addaschlucht entspringen noch zwei grössere Thermen, die sog. innere Ostgothen- und die Nibelungenquelle. Uebrigens beobachtete ich in der ganzen Umgebung des alten Bades an sehr zahlreichen Stellen Quellen, welche einen gegen die Lufttemperatur erhöhten Wärmegrad erkennen liessen und gleichfalls als Thermen oder Abzweigungen von solchen gelten müssen. Das wird auch durch die an den Felsen der ganzen Umgegend beobachteten Vorkommen von Salzausblühungen bestätigt, welche, wie Untersuchungen gelehrt haben, fast rein aus Bittersalz mit nur geringer Beimengung von Glauber- und Kochsalz bestehen. Ueberhaupt scheint mir das ganze Erdreich an diesem Gehänge weit und breit erwärmt zu sein, wodurch die ungewöhnlich üppige Vegetation in dieser Gegend ihre Erklärung findet.

Zusammenfassende Messungen des Ergusses aller Quellen liegen nicht vor. Der Schätzung nach mag derselbe 18—20 Sekundenliter und die mittlere Temperatur 38—39° C. betragen.

Was die chemische Zusammensetzung des Mineralwassers anbelangt, so zeichnet sich dieselbe durch das Vorwalten der Sulphate neben beträchtlichen Mengen von Kalkcarbonaten

bei geringem Gehalte an Chlorverbindungen vor den Quellen von Pfäffers und Leuk, denen die Thermen von Bormio sonst am nächsten stehen, aus.

Wir besitzen eine neuere Analyse nur von der Martinsquelle, welche Dr. v. Planta-Reichenau[1]) vorgenommen hat. Demnach enthält das Wasser in 1000 Theilen:

Chlornatrium	0,0112
Schwefelsaures Natron . .	0,0604
Schwefelsaures Kali . . .	0,0181
Schwefelsaure Magnesia . .	0,2520
Schwefelsaure Kalkerde . .	0,4863
Kohlensaure Kalkerde . .	0,1735
Kohlensaures Eisenoxydul .	0,0025
Kohlensaures Manganoxydul .	0,0014
Phosphorsäure	0,00004
Kieselsäure	0,0207
	1,02614
Direkt bestimmt	0,9996

Um die Uebereinstimmung oder Abweichung in dem Gehalt der verschiedenen Quellen erkennen zu können, wurden einige derselben einer Analyse durch Herrn Ad. Schwager unterworfen und dabei in dem Wasser der Plinius- (I) und Ostgothenquelle (II) folgende Gemengtheile in 1 Ltr. gefunden:

	Pliniusquelle	Ostgothenquelle
Kalciumsulphat	0,4423	0,4280
Magnesiumsulphat . . .	0,2400	0,2362
Natriumsulphat . . .	0,0767	0,0795
Kaliumsulphat	0,0037	0,0007
Chlornatrium	0,0012	0,0010
Chlorkalium	0,0109	0,0109

1) Dr. A. v. Planta-Reichenau, Chem. Untersuchung der Heilquellen von Bormio. Chur 1860.

	Plinius-quelle	Ostgothen-quelle
Kalkcarbonat	0,1283	0,1429
Magnesiumcarbonat . .	0,0038	0,0019
Kieselsäure	0,0164	0,0062
Thonerde	0,0137	0,0042
Phosphors., Mangan etc.	Spuren	Spuren
Eisenoxyd	0,0005	0,0009
	0,9375	0,9124

Es ergiebt sich daraus im Vergleich zu dem Gehalte der Martinsquelle, dass ein bemerkenswerther Unterschied nicht besteht, um so weniger, wenn man die gegenwärtige Beschaffenheit der letzteren in Rechnung zieht. Nach meiner Untersuchung liefert die Martinsquelle jetzt 0,973 gr bei 110° C. getrockneten Rückstand in 1 Liter mit 0,07334 MgO und 0,4206 SO_3; die Quelle des römischen Bades unter gleichen Verhältnissen 0,8650 gr Trockenrückstand mit 0,0568 MgO und 0,5070 SO_3 neben 0,0025 Cl. Die Augenquelle endlich ergab 0,9740 gr Trockenrückstand mit einem bemerkenswerth-hohen Gehalt an Eisenoxyd, nämlich 0,0100 gr. Als Hauptbestandtheile der verschiedenen Quellen erweisen sich demnach mit grosser Uebereinstimmung Gyps, Bittersalz, Glaubersalz und Kalkcarbonat, Salze, welche die aus Gypsstöcken kommenden Wasser gewöhnlich zu enthalten pflegen, wie z. B. jene von Leuk in der Schweiz. Auch die Quellen von Bormio entnehmen ihren Mineralgehalt unzweifelhaft einer Gypsablagerung, wie wir später ausführlicher erörtern werden. Auffallend ist dabei der geringe Gehalt an Chlornatrium, was eine Armuth oder einen Mangel an Steinsalz in dem betreffenden Gypsstock andeutet. Noch auffallender ist das fast gänzliche Fehlen von Schwefelwasserstoff sowohl in dem Quellwasser selbst, wie auch in den mit aufsteigenden Gasen. v. Planta[1]) konnte nur quantitativ unbestimmbare Spuren

1) v. Planta a. a. O. S. 15.

dieses Gases nachweisen. Um so bemerkenswerther ist das reichliche Auftreten dieses Gases in dem Schlamm, welcher bei längerem Verweilen des Mineralwassers in dem Reservoir des römischen Bades sich absetzt und für die sog. Schlammbäder benützt wird. Dieser schwärzlich gefärbte, stark nach Schwefelwasserstoff riechende Absatz enthält an Algenfäden[1]) ausgeschiedenen Schwefel und überdies eine im Vergleich zu dem geringen Gehalt des Wassers an Eisensalzen beträchtlich scheinende Menge von Schwefeleisen, welches eben die schwarze Färbung verursacht. Ausserdem finden sich darin Gyps, Kalkcarbonat und eine beträchtliche Anzahl von Organismen, welche in dem warmen Wasser vortrefflich gedeihen und wuchern. Reichlich sind besonders Fadenalgen und Diatomeen vertreten. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass erst durch den Einfluss der abgestorbenen organischen Stoffe und durch die Lebensthätigkeit von Spaltpilzen eine Zersetzung der Sulphate bewirkt wird, so dass dadurch Schwefel, Schwefelwasserstoff und Schwefeleisen sich erzeugten. v. Planta giebt als Hauptbestandtheile des Schlamms an: Schwefelfäden, organische Stoffe, Schwefelwasserstoff, dann Schwefeleisen, Kalk, Magnesia, Schwefelsäure und Kohlensäure. Ich habe eine selbst geschöpfte Probe dieses Schlamms in lufttrocknem Zustande untersucht und gefunden, dass derselbe durch Schwefelkohlenstoff ausziehbaren Schwefel 0,125 in 1 Gramm enthält. An Schwefeleisen finden sich in einem Gramm der Masse 0,0004, ausserdem vorherrschend Magnesiumcarbonat (24,3%) neben Kalkcarbonat (13,8%), sehr wenig Gyps (SO_3 = 1,1%), Kieselsäure (0,5%) und Spuren von Arsensäure und Phosphorsäure. Im Verhältniss zu der Zusammensetzung des Sinterabsatzes ist die grosse Menge des Magnesiumcarbonats auffällig. Es scheint während des Verbleibens des

1) Vgl. Ch. G. Brügger in Jahresber. der Naturforsch. Gesell. in Zürich, N. F. VIII, 1863. S. 231.

Mineralwassers im Behälter sich eine Umsetzung von Bittersalz und Kalkcarbonat vollzogen zu haben.

Im Verhältnisse zu dem Gehalt der Quellen an Kalkcarbonat ist die Sinterbildung, namentlich da, wo das Wasser vertheilt über die Felsen abfliesst, eine sehr beträchtliche. Neugebildete derartige rosenroth und saftgrün gefärbte Absätze sind so innig mit Algen[1]) durchwebt, dass sie sich wie Lappen abheben lassen, während die älteren Sinterkrusten mehr oder weniger arm an organischen Beimengungen sind. Die röthliche Färbung wird vorzugsweise durch *Leptothrix dictyothrix*, und *Scytonema Bormiense*, die grüne hauptsächlich durch *Aphanocapsa thermalis*, *Chroococcus membraninus*, *Lyngbya conglutinata*, *Chthonoblastus Plantae*, *Phormidium Lyngbyanum* u. s. w. verursacht. Die Zusammensetzung eines solchen beim Austrocknen lederartigen neugebildeten Lappens (nach einer Analyse von Herrn A. Schwager) (I) und die einer alten Sinterkruste (II) ist folgende:

	I.	II.
Kalkcarbonat	83,44	92,80
Bittererdecarbonat	1,22	1,14
Kalksulphat	3,18	1,31
Kali	0,12	Sp.
Natron	0,12	
Thonerde	1,63	3,50
Manganhaltiges Eisenoxyd	0,72	
Kieselerde	0,92	
Organisches (und Wasser)	8,61	1,25
	99,96	100,00

Bei dem Reichthum der Quellen an gelöstem Kalksulphat ist die Ausscheidung von Gyps eine verhältnissmässig geringe; das Kalkcarbonat aber scheidet sich rasch und in

1) Vgl. Brügger in Jahresb. d. Naturforsch. Ges. Graubündens, N. F. VIII, 1863, S. 244.

grosser Menge ab, weil es den Quellen an freier Kohlensäure fehlt.

Streifenweise ist der Sinterabsatz durch einen Gehalt an Eisenoxydhydrat etwas gelblich gefärbt. Vorherrschend aus Eisenocker zusammengesetzt ist der Absatz an der Augenquelle. Derselbe bildet eine braungelbe pulverige Masse, welche gewissen ockerigen Brauneisensteinen sehr ähnlich ist und nicht unbeträchtliche Mengen von Arsen enthält. Eine von Hrn. A. Schwager vorgenommene Untersuchung ergab in diesem Ocker folgende Nebenbestandtheile in Procenten:

Arsensäure	3,55
Arsenigsäure	1,18
Antimonsäure	1,27
Zinnoxydul	0,31
Blei	Spuren
Phosphorsäure	0,24
Kieselsäure	4,20
	10,75

Dazu kommt dann noch

Eisenoxydhydrat	64,00
Manganoxyd	Spuren
Kalk	13,25
Bittererde	Spur
Kohlensäure	11,00
Organisches und Wasser . .	0,85

Nachprüfungen haben in Folge dieser Entdeckung in allen Trockenrückständen in dem Schlamm sowohl wie in den gelbgefärbten Sinterkrusten das Vorhandensein von Arsen in Spuren erkennen lassen.

Dieser Arsengehalt in sehr geringer Menge verleiht dem Thermalwasser von Bormio eine erhöhte therapeutische Bedeutung und verdient besondere Beachtung. Derselbe

scheint von der Zersetzung des Arsenkieses herzurühren, welcher in dem von dem Mineralwasser durchzogenen Schichtgestein vorkommt.

Wenn wir nun weiter nach den Ursachen der Entstehung und des Gehaltes der Quellen von Bormio fragen, so können uns nur die geologischen Verhältnisse dieser Gegend Anhaltspunkte für die Beantwortung geben. Wir werden daher darauf hingewiesen, zunächst einen Blick auf den geologischen Bau der Umgebung des Bades, und da diese nur einen kleinen Theil des grossen Gebirgsstocks der Ortlergruppe ausmacht, auf jenen der letzteren selbst zu werfen.[1])

Der Graubündener Kalkzug im Allgemeinen.

Die durch die Höbe (3905 m), Massenhaftigkeit, grossartige Wildheit seiner Felswände und die beträchtliche Ausbreitung der Gletscher berühmte Gruppe des Ortlergebirges verdankt diese Eigenartigkeit, welche sie vor fast allen Hochalpenstöcken auszeichnet, wesentlich der Entwicklung der Kalkschichten, die seine Hauptmasse ausmachen. Während wir sonst in den Centralketten der Alpen nur ältere krystallinische Bildungen zu finden gewohnt sind, sehen wir den Ortler als ein jüngeres Kalkgebirge über den Urgebirgsbildungen ausgebreitet mitten im Centralstock mächtig

1) Vgl. Leonhardi, Das Veltlin, 1860; Ch. G. Brügger, Ostrhaetische Studien, 1863; Theobald, Das Bündner Münsterthal im Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens, N. F. VIII, 1863. S. 53; Theobald, Geol. Beschreibung von Graubünden 1864, und 2. Theil, 1866; Ders. und J. J. Weilenmann, Die Bäder von Bormio (ohne Jahreszahl); Theobald, Bormio u. s. Bäder, Chur 1865; Dr. C. Meyer, Ahrens und Ch. G. Brügger, Die Thermen von Bormio, 1869; G. Stache im Jahrb. d. k. k. geol. Reichs. 1877. S. 162; Stache und C. v. John, Geolog. u. petrog. Beiträge das. 1879. S. 318; Stache, in Verh. d. geol. Reichs. 1873, 222; Ders. das. 1878, 174; v. Mojsisovics, Geolog. Bedeut. d. Rheinlinie im Jahrb. d. geolog. Reichs. 1873, 152.

emporragen und hier eine gewisse Verbindung oder nähere Beziehung zwischen den nördlichen und südlichen Kalknebenzonen vermittelt, ohne sich jedoch beiden unmittelbar anzuschliessen. Die westlichsten Ausläufer dieses centralalpinen Kalkgebirges, die wir zusammen den Graubündener Triaskalkzug nennen wollen, beginnen schon südlich von Chur in dem Gebirge an der Albula sich anzusetzen; von hier an breiten sie sich dann am oberen Engadin weiter aus, ziehen bis zu den Quellen der Etsch und erreichen das Maximum ihrer Entwicklung im Ortlerstock, wo sie in dem Zuge nach Osten plötzlich abbrechen und endigen. Nur die Kalkköpfe südlich von Innsbruck und das kalkige Gebirge der Radstädter Tauern nehmen eine ähnliche Stellung ein und lassen vielfach analoge Verhältnisse mit dem Graubündener Kalkzug erkennen. Es sind dies die Reste eines ehemals wohl zusammenhängenden inneralpinen Kalkgebirgszugs.[1]) Im Bezug auf die geologische Stellung dieses Gliedes der jüngeren Kalkbildungen der Westalpen äussert schon Escher v. d. Linth,[2]) es sei kaum zweifelhaft, dass die Dolomitmassen des östlichen Bündens und des Stilfserjochs die Fortsetzung des vorarlbergischen sei und auch ich habe bereits 1861 in der Beschreibung des bayerischen Alpengebirges (S. 139) auf diesen Zusammenhang hingewiesen. Damit übereinstimmend spricht sich auch v. Mojsisovics[3]) aus, dass aus Vorarlberg eine Bucht des Triasmeeres südlich bis zur Bernina und von da östlich bis zum Ortler in die Mittelzone hineingereicht habe.

1) Es wird hier wie im Nachfolgenden der ganze Schichtencomplex als „Kalkbildungen und Kalkschichten", wenn er auch neben Kalk sehr häufig aus Dolomit oder oft auch aus Mergel besteht, bezeichnet.

2) Geolog. Bemerk. ü. d. nördlichen Vorarlberg u. e. angrenz Gegenden, 1853, S. 48.

3) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1873, Bd. XXIII, S. 143.

Gleichwohl ist es trotz der beträchtlichen Mächtigkeit dieser Kalkschichten, welche sich hier auf dem langen Zug von Chur bis zur Königsspitze entwickelt zeigen und trotz der nicht zu verkennenden reichen Gliederung des Schichtenbaues bis jetzt noch in geringem Grade geglückt, befriedigende Resultate in Bezug auf Gliederung und Gleichstellung der unterscheidbaren Stufen mit denen der Kalkgebilde einer der Nebenzonen zu gewinnen. Es rührt dies hauptsächlich von der trostlosen Armuth der Schichten an organischen Einschlüssen und von der eigenthümlichen, durch fast alle Schichten hindurch gleich bleibenden Gesteinsbeschaffenheit her, welche den Vergleich mit den Gliedern der zunächst benachbarten Kalkablagerungen erschweren.

Zwar hat der bewunderungswürdig fleissige und unnachahmbar eifrige Theobald,[1]) welcher, wie kein anderer Geologe, diese Gebirge genau durchforscht hat, die Grenzen festgelegt, innerhalb welcher die mächtigen Kalkmassen dieses Gebiets in das System einzureihen sind, nämlich zwischen den alpinen Muschelkalk und den *Belemniten* führenden Liasschiefer, im Einzelnen aber hat er diese einzuschaltende Glieder zu schematisch mit den in den benachbarten Kalkalpen unterschiedenen Abtheilungen der Trias in Parallele gestellt, ohne für eine derartige in's Einzelne gehende Eintheilung immer genügende Anhaltspunkte durch Versteinerungen gewonnen zu haben. Indem er sich vornehmlich nur auf die Gesteinsbeschaffenheit und die Lagerungsverhältnisse stützt, gelangt er für den Graubündener Kalkzug zu nachstehender Reihenfolge der Schichten in absteigender Ordnung:

1. Im Hangenden: Lias (Steinsbergkalk und Algäuschiefer).
2. Rhätische Stufe (Kössener Schichten).

1) Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, III. Abth. Bl. XX, 1866.

3. Hauptdolomit.
4. Obere Rauhwacke und graue, den Raibler Schichten vergleichbare Kalke.
5. Arlberger (Hallstätter-) Kalke.
6. Partnachschichten.
7. Graue und schwärzliche Kalke und Streifenschiefer (unterer Muschelkalk).
8. Untere Rauchwacke und Guttenstein-Kalk (unterer Muschelkalk).
9. Verrucano (Perm), dem er graubraune Schiefer und rostige Quarzite anreiht.
10. Als Basis betrachtet er den sog. Casannaschiefer und Gneiss-artige Schiefer, die ihm als metermorphosirte Bildungen gelten.

Abgesehen von Lias und den rhätischen Schichten, welche durch Versteinerungen als ganz sicher nachgewiesen gelten können, führt Theobald nur *Bactryllien* (*? Schmidti*) aus dem Virgloriakalk *Dadocrinus gracilis*, *Gervillia substriata*, *Myophoria* (?) und unbestimmbare Bivalwen im Ortlergebiete an. Ganz unklar bleibt bei ihm die Abgrenzung der Triasbildungen nach unten. Hierher stellt Theobald den sog. Verrucano, welchen er aber bereits für permisch hält, wonach der alpine Buntsandstein, bezw. die Werfener Schiefer, in diesem Gebiete nicht entwickelt wären.

Bei einem mehrjährigen Besuch des Engadins in Tarasp und St. Moritz habe auch ich mich näher mit den geologischen Verhältnissen des Graubündener Kalkzuges beschäftigt und über die Ergebnisse einen kurzen Bericht erstattet.[1])

Der Lias und die rhätische Stufe konnten ganz unzweifelhaft an mehreren Stellen nachgewiesen werden. Auch

1) Geologisches aus dem Engadin im Jahresber. d. Naturf. Gesellschaft Graubündens, Jahrg. 31 und Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1887. S. 291.

der Muschelkalk wurde an charakteristischen Versteinerungen sowohl bei Tarasp, als im Chiamuera-Thale erkannt. Etwas höher liegen dünngeschichtete, schwarze Mergelschiefer mit Fischschuppen, *Bactryllien* und *Ostracoden*, welche gleichfalls einer bestimmten Stufe zu entsprechen scheinen. Ferner fand ich in einem hellgrauen, durch Verwitterung gelblich gefärbten Mergel in der Nähe des Passes Sür Som zwischen Zernetz und Münster zahlreiche Versteinerungen vom Typus jene der Raibler Schichten. Es deutet dies an, dass trotz der Armuth an organischen Ueberresten innerhalb mächtiger Schichtencomplexe durch eine sehr genaue Untersuchung des Gebiets Anhaltspunkte zu einer schärferen Gliederung sich wohl gewinnen lassen.

Was die den Muschelkalk unterlagernden Bildungen anbelangt, so glaube ich mich durch eine ausgedehnte Untersuchung dieser Grenzschichten vom Davoser Thal an über Filisur nach Bellaluna und dem Stulser Thal, dann bei Ponte im Engadin, bei Tarasp, insbesondere im Ofen-Passthal überzeugt zu haben, dass die von Theobald im Verrucano zusammengefassten graubraunen Schiefer und rostischen Quarzite, welche stellenweise in ein Augengneiss-ähnliches Gestein und in Sericitschiefer verlaufen, stellenweise durch ächte Conglomerate und rothe Sandsteine mit zwischengelagerten grünlichen und röthlichen Schiefern ersetzt werden und stets concordant unter dem schwarzen Kalke ihre Stelle einnehmen, den Werfener Schichten bezw. dem alpinen Buntsandstein entsprechen. Man vergleiche nur die hierhergehörigen Schichten bei Werfen selbst und zwischen Bischofshofen und Mitterberg mit jenen im Samina-Thale bei Vaduz am östlichen Rheinthalrande, mit den Felsen, worauf Filisur steht, mit den Schichten im Eingang des Chiamuera-Thales bei Ponte, mit dem Sandstein des Ofen-Passes bei Ilg Fuorn oder im Spöl-Thale bei Livigno und endlich mit den *Myophoria costata* einschliessenden, petrographisch gleichen

Schichten von Bovegno unfern Collio und von Nona in den Bergamasker Alpen,[1]) um sich zu überzeugen, dass man es bei allen diesen Abänderungen nur mit örtlichen Ausbildungsweisen ein und derselben Schichtenstufe zu thun hat.

Zuletzt, so viel ich weiss, hat sich G. Diener[2]) mit der sorgfältigen Erforschung eines grossen Theils des Graubündener Gebirges befasst. Abgesehen von den Bündener Schiefern, die uns hier nicht beschäftigen und von denen ich — um das gleich hier anzuführen — im engeren Gebiet des Ortler nichts Entsprechendes gesehen habe, stimmt G. Diener im Allgemeinen mit den Ansichten Theobalds in so weit überein, als sich dies aus den Lagerungsverhältnissen folgern lässt. Leider gelang es auch ihm nicht, durch Petrefaktenfunde die Schichtenglieder bestimmter abzugrenzen.

Ohne vollständige Orientirung über alle einzelnen Glieder im Aufbau des Kalkzugs in Graubünden erlangt zu haben, betreten wir nun das engere Gebiet des Ortlerstocks, um hier Umschau zu halten.

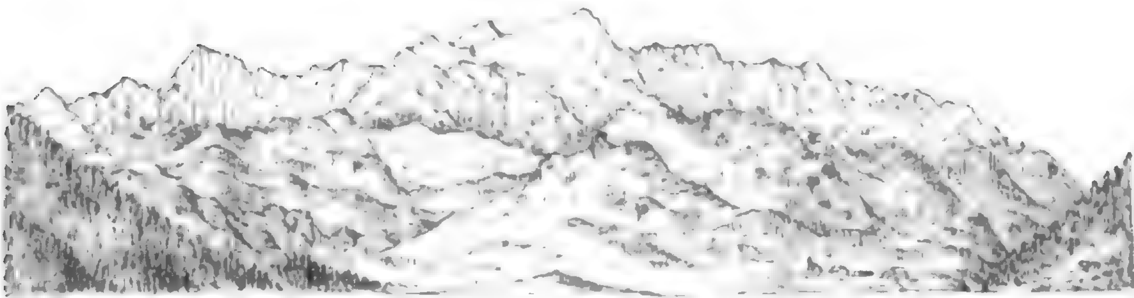
Der Ortlerstock.

Schon eine ganz flüchtige Untersuchung des höchsten und grossartigsten Gliedes der mittelalpinen Graubündener Kalkzone im eigentlichen Ortlerstock genügt, um zu erkennen, dass der mächtige Schichtenbau von Kalk- und Dolomitmassen auf drei Seiten einem älteren krystallinisch ausgebildeten Schiefergebirge in der Art aufsitzt, dass das letztere ringsum aus ungefähr gleichen Gesteinsschichten bestehend eine flache Mulde bildet. Im Grossen und Ganzen fallen dementsprechend die Schiefer am Nordrande gegen S. und SW., am Südrande nach N. und NO. Die Grenze

1) Gümbel, Sitz. d. Akad. d. Wiss. in München, 1880. S. 194 und 235.

2) Dr C. Diener, Geol. Stud. im Sw. Graubünden in d. Sitzungsb. d. Wiener Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl. Bd. 97, I. 1888.

zwischen den kalkig dolomitischen Gebirgsgliedern und der Schieferunterlage verläuft auf der Südseite von Livigno her am Fusse der Cima di Plator und des Mt. della Scala zum alten Bad Bormio in fast genau W-O-Richtung. Auf dieser Strecke begegnen wir Aufschlüssen an dem alten Passübergang unterhalb den beiden Wachtthürmen (Pass la Scala) und längs dem nach Bormio führenden Wege namentlich in den Wasserrissen oberhalb der einzelstehenden Kirche zwischen Premadio und Torripiano. In der Addaschlucht selbst und an den Felsen, aus welchen die Thermen von Bormio hervorbrechen, verdecken mächtige Lagen von Gehängeschutt und zum Theil ältere Diluvial-Conglomeratbänke die Grenzregion bis auf einzelne, aus der Ueberdeckung aufragende Felsenköpfe. Eine ähnliche Schuttmasse verbreitet sich auch weiter ostwärts am Fusse der Kalkwände des Mt. Cristallo über das nördliche Gehänge von Valle del Zebru, in dem nur durch einzelne tief einschneidende wilde Schluchten wie Val Campello, V. d'Uzza und mehrere unbenannte Gräben bis zum Val Marmotta und dem Zebrugletscher anstehendes Gestein blossgelegt und der Beobachtung zugänglich wird. Daraus erkennt man, dass die Grenze zwischen Kalk- und Schiefergebirge unter der Wand des Mt. Cristallo von einer Einsattelung des Dosso Reit gegen Casa del Zebru streicht und der Thalsohle bei Prato Beghino und der Alphütte Il Pastore ganz nahe kommt, um von da an über das Königsjoch oder über Passo Cedek zum Suldenthal hin über zu biegen. Die Königswand und die Felsschroffen an der Königsspitz bestehen aus Kalk- und Dolomitschichten, das Schrötterhorn aus krystallinischem Schiefergestein, dazwischen verläuft die Gebirgsscheide durch einen oder den anderen der genannten Pässe. So viel sich aus der Ferne beurtheilen lässt, besteht die Kreilspitze auch aus Kalk, sodass die Gesteinsgrenze auf den Cedekpass treffen würde. Doch ist dies noch genauer zu ermitteln.

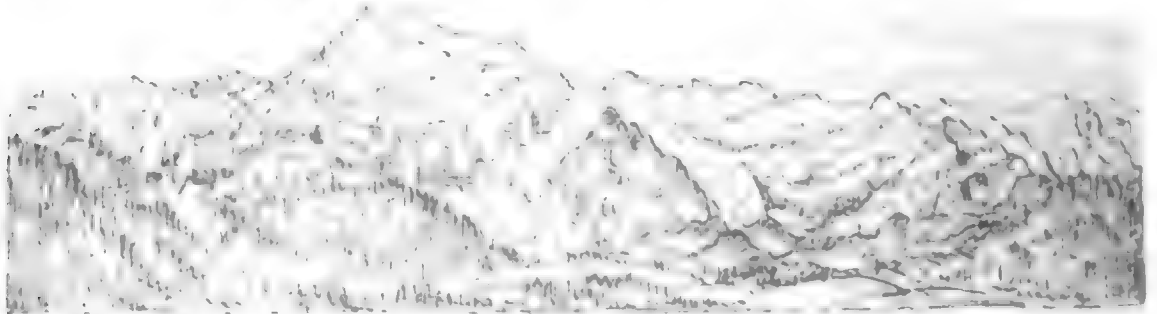


Ansicht des Ortlergebirges vom Suldener Thale (St. Gertrud) aus mit der Ortlerspitz, Königswand und dem Suldenthal.
(Erklärung der Buchstaben im Texte.)

Auf der Suldenseite macht sich die Grenzlinie jenseits des Suldenferners am Sattel der hinteren Gratspitze wieder deutlich bemerkbar und wendet sich nun in fast rein nördlicher Richtung zum Ende der Welt am Kuhbergrücken und zum Sattel des Marltberges da, wo der von St. Gertrud zur Payerhütte führende Steig sich abwärts zu den Tabarettawänden umbiegt. Hier bietet sich eines der am besten aufgeschlossenen und am bequemsten zugänglichen Profile, das wir später näher beschreiben werden. Von diesem Sattelpunkt zieht sich die Grenze unter den Tabaretta-, Bärenkopf- und Hochleiten-Spitz-Wänden zum Sattel zwischen Hochleitenspitz und Zumbanellberg und schlägt von da wieder eine südwestliche Richtung gegen die hl. Dreibrunnen im Trafoier-Thal und dicht hinter den Häusern von Franzenshöhe vorüber zum Sattel am Stilfser Joch ein, das fast genau auf der Gesteinsscheide eingetieft ist.

Im Gebiete des Braulio-Thales verläuft die Grenzlinie zunächst von der Passhöhe am Gehänge auf der Südseite der Strasse, welche sie nahe am 15. Kilometerstein durchschneidet, um sich gegen das Umbrail Joch zu wenden, sodass hier eine direkte Fortsetzung des Kalkgebirges vom Ortlerstock zu den westlichen Kalkbergen des Mt. Braulio, Pedenollo, Mt. della Scala u. s. w. quer durch das Braulio-Thal und die Addaschlucht besteht.

Im Grossen und Ganzen bemerkt man auf dieser langen Grenzlinie — einzelne Strecken, namentlich an Verwerfungsspalten ausgenommen — eine wirklich oder doch nahezu concordante Auflagerung der kalkischen Schichten auf den krystallinischen Schiefern. In deutlich discordanter Lagerung stehen z. B. die Schichten auf der Passhöhe des Stilfser Joches an, wo die schieferigen Phyllite nordwestlich einfallen, während die zunächst angeschlossenen schwarzen schieferigen Kalke eine Neigung nach SO. besitzen, weil hier eine Verwerfungsspalte hindurch zieht.



Hochleitensp. Tabarettawände. Ortlersp. Trafoithal. Madatschsp. Mt. Cristallo.
Ortlergruppe von der Strasse bei der Franz Josephs-Höhe.
(Erklärung der Buchstaben im Texte.)

Von der Passhöhe überblickt man einen grossen Theil des kalkigen bezw. dolomitischen Aufbaues des Ortlerhauptstocks längs der nördlichen Auflagerungsgrenze auf den krystallinischen Schieferschichten. Von dem äussersten nördlichen Punkte unter der Hochleitenspitz an zeigen die Kalkschichten über den Bärenkopf, die Tabarettawände, die Felsen unter der Ortlerspitz und dem unteren Ortlergletscher bis gegen das Trafoier Thal ein südöstliches Einfallen, das in den wenigen, zunächst am Ortler selbst über das Gletschereis vorstehenden Felsen in eine nahezu söhlige Lagerung überzugehen scheint. An den Madatschwänden stellt sich wieder ein steileres Einfallen ein, wobei zugleich die Schichten stark gefaltet und zusammengebogen sind. Weiter nach Süden zu, schon im Val Vitelli wenden sich die Schichten und nehmen an den Wänden unter dem Gletscher des Mt. Cristallo schliesslich

eine nordwestliche Neigung an, mit welcher sie am ganzen Südabbruch des Kalkstocks dem gleichförmig einfallenden Schiefer aufgelagert sind.

Um nun die Schichten, mit welchen das mächtige Kalkgebirge aufgebaut ist, im Einzelnen näher kennen zu lernen, erweist sich unter allen mir bekannt gewordenen Aufschlüssen namentlich in Bezug auf die tiefsten Lagen und den Anschluss an die krystallinischen Schiefer keiner lehrreicher, als jener am Marltkopf längs dem Steig, auf welchem man gewöhnlich von Sulden aus zur Payerhütte und der Ortlerspitze aufzusteigen pflegt, während für die Untersuchung der hangenden Gesteinsregionen der alte Passweg der Scala bis ins Fräle-Thal gute Gelegenheit bietet.

Profil am Marltkopf.



Profil am Marltkopf (Steig zur Payerhütte) mit dem Marltgletscher. (Erklärung der Buchstaben im Texte.)

Sobald man von St. Gertrud in Sulden kommend den Marltbach und die grossartige vom Marltferner abstammende Trümmerhalde (T) überschritten hat, betritt man den von der Höhe herabziehenden felsigen Marlt-Rücken, über welchen der Steig aufwärts zu den Tabarettawänden emporführt. Die ersten anstehenden Felsen bei etwa 2050 m Meereshöhe bestehen hier aus quarzitischen Augengneiss-artigen Schichten, welche öfter mit glimmerig glänzenden Phylliten wechseln (a). Die wellig gebogenen Schichten fallen im Allgemeinen mit

ungefähr 10° nach W. ein. Der Weg führt nun aufwärts über ziemlich stark verwitterte zweiglimmerige Gneisse (b) zu einer zackigen Felswand aus Sericitquarzitschiefer und Augengneiss mit grossen Orthoklas-Knollen (2125 m) (c). Hier biegt sich der Steig wieder auf die Trümmerhalde und kehrt erst da zum Bergrücken zurück, wo derselbe oberhalb des schroffen Felsriffs aus weicheren, leicht verwitternden phyllitischen Schiefern (d) besteht. Bei 2240 m beginnt eine weitere felsige Region mit theils feinen, theils grossaugigen zweiglimmerigen Gneissen und sericitischem Quarzitschiefer (e), welche nach oben in vorwaltend phyllitische Schiefer (f) übergehen. Die Schichten sind immer noch gleichförmig mit 10—18° nach W. geneigt. In dieser Region der Phyllitschiefer (f) setzt bei 2475 m ein ungefähr 1 m mächtiger, in St. 12 streichender, stark verwitterter Suldenit oder Ortlerit-Gang (s) auf, der noch weit über den Rücken bis zum Steilabfall gegen die Tabarettawände hin sich verfolgen lässt. Zahlreiche Blöcke dieses oder eines ähnlichen Gesteins gewahrt man schon unten in der Schutthalde des Marltbachs; es ist wahrscheinlich, dass zahlreiche Gänge dieser Felsart hier das Schiefergebirge durchschwärmen.

Die Region der phyllitischen Schiefer, welche mehrfach mit grünen, chloritschieferähnlichen Lagen, wie wir sie später näher kennen lernen werden, wechseln und zahlreiche Quarzlinsen und quarzitische Zwischenschichten in sich schliessen, reicht aufwärts bis etwa 2480 m. Hier stellen sich nun durch ihre helle Farbe hervorstechende quarzitische, sericitische Flaserschiefer (g) ein, welche Linsen, Streifen und dünne Lagen eines gelblichen dolomitischen Minerals umschliessen, von zahlreichen, durch Verwitterung in eine Brauneisensubstanz übergegangenen Butzen begleitet werden und mehrfach eine Art Trümmerbeschaffenheit annehmen. Es sind dies die von Theobald als Verrucano bezeichneten Gesteine, welche hier jedoch weder mit Sandsteinen, noch mit Con-

glomeratbänken vergesellschaftet sind. Die gelben Butzen bestehen aus:

Eisenoxyd	5,8
Thonerde	0,1
Manganoxydul	0,6
Kalkcarbonat	39,9
Magnesiumcarbonat	16,2
Kieselsäure	0,3
Kohlensäure	2,4
In Säuren Unlöslichem (Quarz, Glimmer, Thon)	23,4
Wasser	11,3
	100,7

Es werden diese Einschlüsse von gelben dolomitischen Linsen, namentlich die oft sehr eisenhaltigen, besonders dadurch bemerkenswerth, dass sie sich stellenweise zu mächtigen Lagen erweitern und durch ihre Verwitterung einen ockrigen Brauneisenstein liefern. Es sind dies jene Eisenablagerungen, welche in früherer Zeit an mehreren Stellen namentlich an der Südabdachung des Gebirgsstock ausgebeutet und auf mehreren Eisenhütten, bis in die neueste Zeit zu Premadio, verschmolzen wurden, wie die analogen Eisenerze in den Bergamasker Alpen und in den Werfener Schiefern bei Werfen.

Mit Säuren behandelt brausen die sericitischen Schiefer schwach auf und geben an 5 % Salzsäure 2,7 % ab, welche aus

Eisenoxyd	1,15
Kalkcarbonat	1,34
Bittererde	Spur
Wasser	0,21
	2,70

bestehen.

Der Rest enthält in $^0/_0$:

Kiesel- und Titansäure	78,75
Thonerde	13,00
Eisenoxyd	1,00
Kali	1,93
Natron	0,72
Wasser	3,70
	99,10

Demnach macht die Hauptmasse des Gesteins Kieselsäure aus, welcher eine thonige Substanz und sericitische Schuppen beigemengt sind. Ein Feldspathbestandtheil lässt sich in Dünnschliffen nicht erkennen.

Diese rostfleckigen, quarzitischen Flaserschiefer reichen im Marltprofil bis zum Sattel dieses Bergrückens, über welchen der Steig sich nun abwärts zu den Tabarettawänden umbiegt. Schicht für Schicht aufgeschlossen zeigen diese Grenzschichten einen deutlichen, allerdings raschen Uebergang in tief schwarze, splittrige, blättrig verwitternde, 8 m mächtige Kalkschiefer (1 des Profils) mit noch halbkrystallinisch ausgebildeten, schwach glimmerglänzenden Thonflasern und Ueberzügen, welche fast dasselbe Aussehen besitzen, wie manche Phyhllite. Solche halbkrystallinisch entwickelte, phyllitähnliche Thonflasern wiederholten sich in Zwischenlagen noch mehrfach innerhalb der nächst höheren Schichten. Mir scheint dieses Verhältniss von grosser Wichtigkeit zu sein. Es wird doch wohl Niemand dieselbe als Folge einer Metamorphose, sei es durch Druck oder Contakt, deuten wollen. Dafür lässt sich hier nicht der Schein einer Veranlassung auffinden.

Diese krystallinische, phyllitähnliche Ausbildung der den Kalk sonst in Form von gewöhnlichem erdigen Thon begleitenden Flasern beweist vielmehr, dass, wie auch bei den unterlagernden Flaserschiefern, die eine krystallinische Entwicklung begünstigenden Verhältnisse an dieser Stelle und in gleicher

Weise in dem ganzen Gebirgsstock in analoger Weise weiter fortgedauert haben, wie sie vorher hier geherrscht hatten, während in anderen Gegenden die thonigen Absätze in gewöhnlicher Weise abgesetzt wurden und eine erdige Beschaffenheit beibehalten haben.

Die Kalkschiefer (1) nehmen nach oben eine festere Beschaffenheit an, gehen in etwas dickere Lagen über, enthalten eigenthümliche wulstige, ***Rhizocorallium*** entfernt ähnliche Concretionen und weisse streifige Kalkspathausscheidungen, welche an organische Einschlüsse erinnern. Deutliche Versteinerungen wurden jedoch nicht entdeckt. Man könnte diese im Ganzen 30 m mächtigen Schichten Streifenkalke[1]) nennen. Sie schliessen eine mächtigen Bank, weisslichen, fleckweise etwas röthlichen Kalks ein. Bei 2550 m legen sich darüber gleichförmig dichte Bänke eines gelblich angewitterten, trümmerigen, Breccien-, oft Rauhwacke-artigen etwa 5 m mächtigen Dolomites an. Dieses Gestein besteht aus:

Kalkcarbonat	72,07
Bittererdecarbonat	25,01
Eisenoxyd (urspr. wohl Siderit)	1,00
Ungelöstem Rückstand . .	1,12
	100,00

Nach oben gehen diese Schichten in schwarze, weissgeaderte, etwas gelblich verwitternde Dolomite vom Typus der Guttensteiner Stufe über, welche die obersten, in zackigen Felsriffen anstehenden Kalkgebilde unter den nun in fast senkrechten Wänden ansteigenden schwarzgrauen Dolomite

1) Es sei hier die Bemerkung wiederholt, dass man bei der Bezeichnung Kalk und Dolomit eine scharfe Unterscheidung nicht machen kann, man müsste denn jede einzelne Schicht chemisch analysiren, da sehr häufig körnige, dolomitisch aussehende Gesteine als zum Kalk gehörig sich erweisen, wie andererseits dichte kalkähnliche Gesteine eine dolomitische Zusammensetzung besitzen.

des Ortlerstocks zusammensetzen. Man klettert, auf dem Steig, welcher an den Tabarettawänden zur Payerhütte führt, über die Köpfe dieser Kalk- und Dolomitschichten. die nur von wenig mächtigen, mergeligen schlecht aufgeschlossenen Mergelbänken unterbrochen werden, zum Sattel empor. Auch die obersten aus dem Gletschereis des Ortler Ferners aufragenden Felsköpfe bestehen noch aus dem gleichen dolomitischen Gestein. Dass in diesem ungemein mächtigen Schichtencomplexe noch verschiedene, bisher nicht getrennte Triasglieder verborgen stecken, ist nicht zweifelhaft. Aber die enorme Ausbreitung der Gletschermassen hindert hier eine nähere Untersuchung, jedoch findet man in dem von der Ortlerwand auf den Marltgletscher und den Endderwelt-Ferner herabgestürzten Gesteinsbrocken nicht gerade selten einzelne Stücke, welche durch eingeschlossene Versteinerungen auf das Vorhandensein mehrerer Unterabtheilungen hinweisen. Ein solcher tiefschwarzer, krystallinisch körniger Kalkbrocken mit 94,60 Kalkcarbonat. 2,75% Bittererdecarbonat, 2,00% Thon, 0,58% Eisenoxyd. 0,05 kohligen Bestandtheilen und Spuren von Phosphorsäure umschliesst zahlreiche weissschalige Ueberreste von Gastropoden und Bivalven. Unter ersteren befinden sich namentlich *Natica*-ähnliche Formen und solche, welche der *Neritopsis ornata* Schäff. sehr nahe stehen, wenn nicht mit derselben identisch sind.

Die Grenze zwischen dem Phyllitschiefer und den Triasschichten verläuft von dem Marltsattel nordwärts unter den Kalkwänden des Bärenkopfs und der Hochleitenspitz deutlich erkennbar bis zu einer Einsattelung zwischen der letzteren und dem Zumpanellberg und senkt sich dann zum Trafoierthal. Südwärts stösst man wieder auf die hier weniger vollständig aufgeschlossene Gesteinsscheide am Kuhberg vor dem Endderwelt-Ferner. Auch an dieser Stelle wiederholt sich dieselbe Schichtenfolge, wie am Marltrücken. Tiefer

am Gehänge gegen das Suldenthal sind es Augengneisse, quarzitische Schiefer, höher Phyllite und grüne chloritische Schiefer, welche die Unterlage der ihnen gleichmässig aufgesetzten sericitischen Quarzite mit rostigen Flecken und gelben dolomitischen Linsen bilden. Höher an dem Bergrücken in der Nähe des sog. Signals ragen gelblich verwitternde, trümmerige Dolomite in zackigen Felsen als die letzten zugänglichen Schichten unter der Steilwand des Ortler empor. Jenseits des Endderwelt-Ferners zieht die Scheidelinie deutlich durch den Sattel zwischen dem hinteren Grat und den Felswänden des Sulder-Ferners fort und verliert sich endlich unter der Eismasse dieses Gletschers, um erst an dem südlichen Abbruch des Kalkstockes im Zebruthal wieder deutlich zum Vorschein zu kommen. Hier fand ich an einer nördlichen Seitenschlucht bei den Alphütten Prato Beghino unterhalb eines kleinen Wasserfalls einen ziemlich guten Gebirgsaufschluss, der insofern recht bemerkenswerth erscheint, als auch an diesen Stellen dieselben rostfleckigen, quarzitischen Flaserschiefer, wie am Marltsattel, den gleichförmig auflagernden tiefsten Kalkschichten zur Basis dienen; nur fallen hier die Lagen unter geringer Neigung nach NO. ein und bilden demnach mit den Schichten im Suldenthale eine schwach vertiefte Mulde.

In dieser Seitenschlucht des Zebruthales stehen oberhalb eines verstürzten Felsblockes zunächst sericitische, flaserige, rostfleckige Quarzitschiefer an, auf welche nach oben eine gelbliche Dolomitbank und darüber wieder grünlichweisse quarzitische Schiefer, wie in den tiefen Lagen folgen. Eine mächtige Bank dichten weissen und blassröthlichen Kalks bildet in gleichförmiger Lagerung das Hangende und auf diese legen sich intensiv schwarze schieferige Kalke und über diesen schwarze weissgeaderte Dolomite an, genau in der Reihenfolge, wie am Suldenthalgehänge. Tiefer abwärts im Zebruthale stehen dann vorwaltend Augengneiss-artige und

quarzitische Schiefer an, welche auf der nördlichen Thalseite nach NO., auf der südlichen nach SW. einfallen, so dass das Thal ungefähr in eine Sattellinie eingetieft erscheint. Zahlreiche Blöcke des schon erwähnten Eruptiv-Gesteins, Palaeophyr (Suldenit und Ortlerit), mit Uebergängen in eine Tonalit-artige Felsart, deuten auch hier das Vorkommen zahlreicher Gänge desselben an.

Weiter abwärts im Thale stellen sich mehr und mehr phyllitische Schiefer ein, welche von der Brücke unterhalb der Casa del Zebru gegen die Berghäuser an den Gehängen bei St. Antonio mit grünen chloritischen Schiefern sich in die Herrschaft theilen. In dieser Region legt sich auch ein am Gehänge fortstreichendes Lager von weissem, körnigem Kalk an, das sich weithin verfolgen lässt.

Näher gegen Bormio zu erblickt man hoch oben unter den Kalkwänden des Mt. Cristallo in den auslaufenden Schluchten des Val. d' Uzza eine Lage eines blendendweissen Gesteins. Um es zu erreichen, steigt man auf dem östlichen steilen Gehänge dieser Thalschlucht über ziemlich constant nach NO. einfallende phyllitische und chloritische Schiefer, in welchen auch als Zwischenschicht der körnige Kalk wieder ausstreicht, zu einer felsigen Region von quarzitischen Schiefern und feinkörnigen Augengneissen empor, in welchen sich das Thal mit zahlreichen tiefen, wild zerrissenen Seitenfurchen vergabelt. Merkwürdig ist hier eine in die Felsen eingesprengte, jetzt verfallene Canalanlage, welche in alter Zeit zur Bewässerung der tiefer liegenden Alpweiden gedient zu haben scheint. Ueber diesen zackigen Felsenriff legen sich wieder graue phyllitische, leicht verwitternde und ein weniger schroff ansteigendes Gehänge bildende Schiefer bei etwa 2340 m Höhe an. Es folgen dann zunächst darüber quarzitische, braunfleckige, flaserige Quarzitschiefer, wie im Marltprofil und dann bei 2450 m das blendendweisse Gestein, das sich nun als G y p s zu erkennen giebt. Derselbe bildet hier

einen sehr mächtigen Stock zwischen den flaserigen Quarziten und den schwarzen schieferigen Kalken oder Dolomiten und ragt oben an den letzten Ausläufern der Uzzaschlucht in Erdpyramiden-ähnliche Pfeiler zernagt auf.

Von hier streicht die Gesteinsscheide zwischen krystallinischem Schiefer und dem Kalkgebirge über den Sattel zwischen Dosso Reit und der Cristallowand zum Val Campello, in welchem mächtiger Schutt die unmittelbare Uebereinanderlagerung der verschiedenen Gesteinsschichten streckenweise überdeckt, wie dies auch in der Nähe des alten Bades und am Ausgang der engen Addaschlucht der Fall ist. Nur vereinzelt ragen hier Felsköpfe aus dem Gehängeschutt hervor. So ist an der alten Passstrasse zwischen Stadt Bormio und dem alten Bade ein Riff chloritischen Schiefers, der wohl in die Reihe der Pietra verde Gastaldi's[1]) gehört, blossgelegt, dessen Schichten gleichfalls in St. 3 mit 15° nach NO. einfallen. Ein ähnlicher Schiefer wurde bei dem Fundamentgraben des neuen Bades aufgefunden.

Dieser grüne Schiefer besteht nach Untersuchungen der Dünnschliffe aus einer innigen Vermengung von intensiv grünen chloritischen Blättchen, lichtgrüner faseriger Hornblende, gelbgrünem Epidot (besonders reichlich) und Quarz neben zerstreut eingebetteten Kalkspaththeilchen, Eisenerzen (Schwefelkies, Magnet- oder Titaneisen) und weisslichen Schüppchen. Mit schwacher, 5% Salzsäure behandelt zeigt sich ein geringes Aufbrausen und es gehen 4,7% in Lösung. Diese Lösung enthält

3,06% $CaCO_3$
0,40% $MgCO_3$
1,20% $(Fe^2 + Al^2)O_3$
0,04% SiO_2
4,70%

1) Gastaldi, Studii geologici sulla Alpi occidentali, Firenze 1871. —

Der Rückstand mit concentrirter Salzsäure unter Luftabschluss in der Kochhitze behandelt gab weiter 25,48% Lösung (die SiO_2 ausgeschlossen) mit:

Eisenoxyd	4,75
Thonerde	3,50
Eisenoxydul	5,75
Kalkerde	2,00
Bittererde	6,48
Wasser	3,00
	25,48

Dazu

Kieselsäure	6,00

Bei dieser Lösung scheint sich hauptsächlich der Chlorit-ähnliche Bestandtheil zersetzt zu haben, der allgemein in den Phylliten enthalten ist und vom typischen Chlorit durch seine verhältnissmässig leichte Zersetzbarkeit durch Salzsäure sich unterscheidet. Ich habe diesen Gemengtheil desshalb unter der Bezeichnung „Phyllochlorit" (Geog. v. Bayern, I. Bd. S. 166) vom eigentlichen Chlorit unterschieden.

Der letzte Rest ist immer noch grünlich gefärbt und erweist sich zusammengesetzt aus faseriger hellgrüner Hornblende, gelblichem Epidot mit Quarz und spärlichen schuppigen Theilchen. Nach dem spezifischen Gewicht getrennt theilt sich der Rest in

Epidot	5
Hornblende	30
Quarz	60
Unbestimmt	5

Der Flusssäure-Aufschluss ergab ein Gehalt von 8,4% Chloralkalien, in welchem Kalium nur in ganz geringen Mengen vertreten war. Der weisse schuppige Gemengtheil dürfte demnach aus Paragonit bestehen.

Auch die Felsen des alten Bades stehen isolirt zwischen Schuttmassen der Trümmerhalde vor dem tiefen Einschnitte von Val di Braulio zwischen Mt. Cristallo und Mt. della Scala, durch welchen die Jochstrasse sich empor windet, zu Tag an. Ebenso herrscht auch noch westwärts von der Addaschlucht an den steilen Gehängen unter den Kalkwänden des Mt. della Scala bis zu beträchtlicher Höhe streckenweise zu Conglomerat verkittetes Geröll und nur einzelne Striche festeren phyllitischen und chloritischen Quarzitschiefers treten, terrassenförmig über einander gestellt, gesimsartig hervor. Hoch oben über denselben ist ein mächtiger Gypsstock, wie in der Uzzaschlucht, in gleicher Lage sichtbar. Streichen und Fallen dieser Schichten ist genau das gleiche wie im Osten der Addaschlucht, wodurch eine unmittelbare Fortsetzung des ganzen Schichtenzuges im Osten und Westen der Addaschlucht nachgewiesen ist. Damit stimmt auch die Lage und Schichtenstellung der zackigen Felswände, auf welchen hoch oben das alte Bad mit seinen Thermen burgartig sich erhebt. Es sind diese Felsen keine herabgebrochenen Bergtrümmer, sondern die Köpfe anstehender breccienartiger Dolomite mit 64,51% $CaCo_3$ und 35,49% $MgCO_3$, wie solche im ganzen Ortlerstock regelmässig nahe an der Grenze gegen das unterlagernde Schiefergebirge sich einzustellen pflegen. Dies ergiebt sich auch aus den Aufschlüssen, welche wir oberhalb des alten Bades der Passstrasse entlang beobachten können. Ehe wir dieses öfters unterbrochene Profil weiter verfolgen, erscheint es für die Orientirung zweckmässig, vorerst die fast ununterbrochen aufgeschlossene Schichtenfolge näher kennen zu lernen, welche sich uns an dem alten Passwege zum Fräletbal bei den zwei Wachtthürmen vorbei bis zum nördlichen Gehänge dieses Thales darbietet. Ein sehr bequemer Weg führt vom neuen Bad über Premadio auf dem schon beschriebenen Südabhang des Mt. della Scale an ziemlich häufig zu Tag ausstreichenden

Phylliten und chloritischen Schiefer vorüber allmälig in die Höhe. Die Schiefer fallen hier noch constant in St. 3 mit 10—15° nach NO. ein. Auch die Einlagerung von weissem körnigen Kalk, welche wir im Zebruthale und in der Uzzaschlucht bereits kennen gelernt haben, taucht in der entsprechenden Streichlinie wieder auf. Wir gelangen endlich zu einer breiten kesselartigen Einbuchtung, erfüllt mit Gebirgsschutt und grossen Kalkfelsblöcken, unter denen mächtige Quellen (bei 1625 m mit 6,5° C.) hervorbrechen. Diese Vertiefung unmittelbar vor der Steilwand, über welche der Weg zu der mit den zwei verfallenen Thürmen gekrönten engen Passschlucht emporzieht, scheint durch Auswaschung eines in dieser Schichtenregion zu vermuthenden Gypsstockes entstanden zu sein. In der durch ungemein reiches Vorkommen von Edelweiss ausgezeichneten Schutthalde sah ich zum ersten Mal in diesem Gebirgstheil Bruchstücke eines rothgefärbten Trümmergesteins, welches unzweifelhaft dem sog. Verrucano entspricht, wie es von da westwärts bei Livigno und in dem Ofener Passthal öfters anstehend zu beobachten ist.

Bei dem Aufsteigen zum Pass überschreiten wir zuerst — die tieferen Schichten sind hier von Schutt überdeckt und verhüllt — äusserlich graue, etwas gelblich angewitterte, im Innern schwarze, trümmerige Dolomite, wie sie am alten Bade anstehen, dann wohlgeschichtete, dünnbankige, schwarze Dolomite mit weissen Kalkspathadern, in welchen die Scharte (1875 m) eingeschnitten ist. Jenseits derselben erweitert sich die Furth zu einer verebneten Fläche, auf der eine Kapelle steht. Die Kalkwände bestehen hier aus grauen, weissfleckigen Dolomitschichten, für welche weisse Kalkspathadern und kleine weisse rundliche Kalkspathknöllchen charakteristisch sind. Gegen die Seen hin legen sich mit gleichem NO-Einfallen ähnliche Schichten mit zahlreichen hellen Streifen und dann intensiv schwarze, weissaderige

Dolomite mit Zwischenlagen von weichem schwarzem Schiefer bis zur Wegbiegung und Senkung gegen das Frälethal in ununterbrochener Aufeinanderfolge an. Die gleichen Schichten sieht man weithin beiderseits sowohl am Mt. della Scale wie an der Cima di Plator bis zu den Berghöhen fortstreichen. An der erwähnten Wegbiegung stossen wir auf zahlreiche, karrenfeldartig ausgefurchte Bänke eines blaugrauen Kalkes, wechsellagernd mit weichen, schwarzen Mergelschichten. Indem die weichen Zwischenlagen auswittern, entstehen wildzerrissene Felsgruppen, welche in spitzen Riffen aufragen und mit dem Auge bis hoch an den Gehängen von Cima di Plator sich verfolgen lassen. Das Gestein ist erfüllt von zahllosen kleinen *Gasteropoden*, welche theilweise ausgewittert über die Oberfläche vorstehen, aber doch zu undeutlich sind, um eine genaue Artenbestimmung zu gestatten. Es sind Formen vom Typus der *Holopella alpina* und der *Turritella Zitteli* neben *Loxonema*-artigen Steinkernen. Ungemein zahlreiche schwarze Pünktchen gaben Veranlassung, das Gestein in Dünnschliffen zu untersuchen. Dabei zeigte sich, dass der Kalk von einer erstaunlich grossen Menge von *Foraminiferen* erfüllt ist, welche alle einer Art, und zwar nach den Quarschnitten zu urtheilen, der Gruppe der *Trochammina* oder *Endothyra* angehören. Ein ähnlicher Reichthum an *Foraminiferen*-Einschlüssen ist bis jetzt in den Alpen nur noch in den Bellerophonkalken bekannt geworden. Von dieser Stelle senkt sich der Weg allmälig zur Thalsohle und durchschneidet eine sehr mächtige Region schwarzgrauer, in kleinste Trümmer zerklüfteter Dolomite, welche ihrer petrographischen Beschaffenheit nach dem Hauptdolomit anderer Gegenden gleich kommen. Wo der Weg die Thalsohle erreicht, legen sich am Rande des Thales darüber graue, gelblich angewitterte, flaserige Mergelkalke voll von rhätischen Versteinerungen an. Sie werden von eigenthümlichen, halbglimmerglänzenden Zwischenschichten begleitet, deren thonige

Bestandtheile eine sericitische Beschaffenheit zu besitzen scheinen. Sie erinnern an die Phyllit-ähnlichen Schiefer in den liegendsten Schichten des Kalkgebirges am Marltkopf. Eine Reihe schmaler, langgezogener, parallel neben einander fortlaufender Hügel zieht sich an dem Thalrande fort. Die jähen aufragenden Kuppen derselben bestehen aus karrenfeldartig ausgewitterten Bänken eines harten, grauen, z. Th. weisslichen, seltenen röthlichen Kalks, während in den Eintiefungen zwischen den einzelnen Hügelrücken weiche, leichtverwitternde Mergel ausstreichen. Man wird hierbei lebhaft an das Vorkommen gewisser Dachsteinkalke erinnert. Doch glückte es mir nicht, Versteinerungen in diesen Schichten aufzufinden. Erst am Fusse des am nördlichen Thalrande aufsteigenden Berggehänges von Piz Ciumbraida finden wir geschlossene Lagen eines hell- und dunkelgrau gefleckten Mergelkalkes und schieferiger Mergel anstehen, welche den Liasfleckenmergel oder Algäuschiefer, wie sie sich am P. Lischana bei Tarasp vorfinden, entsprechen. Ihre Schichten fallen conform mit jenen am südlichen Thalgehänge nach NO. ein.

In diesem breiten, mit vortrefflichen Weidflächen versehenen Frälethale haben sich bereits aus zahlreichen Quellen die Gewässer zur Adda gesammelt und fliessen ostwärts in eine enge unzugängliche Felsschlucht zur Ponte del Piano, wo der Bach des Brauliothales sich mit der Adda vereinigt. Hoch am Gehänge verläuft ein Steig aus dem Frälethale zu dieser Brücke und der Jochstrasse. Schlägt man diesen Weg ein, so stossen wir in der Nähe der östlichsten Alphütte der Thalverebnung auf das Ausgehende der r h ä t i s c h e n Mergelkalke, in der Fortsetzung jener am oberen Thalrande und steigen dann über die aufgewitterten Schichtenköpfe der Dachsteinkalk ähnlichen Gesteinsbänke zu einem Sattel empor, von dem sich nun der Steig zu der wilden Schlucht des Forcolabachs senkt. Hier begegnen wir erst wieder sehr

mächtigen, dem Hauptdolomit ähnlichen, stark zerklüfteten Dolomiten mit einer Bank von Rauhwacken und grobgeschichteten, weiss punktirten Streifenkalken oder Dolomiten, unter denen sich an der Bachsohle tief schwarz gefärbte lettige Schiefer herausheben, wie solche in der Nähe des 6ten Kilometersteins an der Jochstrasse ausstreichen.

Ein grosser Granitblock von der Beschaffenheit des Berninagranit auf 2075 m neben dem Steig liegend erinnern uns an Moränenschutt aus entfernten Gebirgstheilen hergeführt, welcher hier einst wohl weit verbreitet war, durch spätere Abwaschungen aber grossentheils wieder weggefegt worden ist.

Von der Forcolaschlucht an herrschen streifige, weissgefleckte Kalke und Dolomite, denen sich näher gegen die Jochstrasse hin mergelige und dünnschichtige Lagen beigesellen. Sie scheinen aus der Tiefe der Addaschlucht sich am östlichen Steilabfall des Mt. della Scala emporzuziehen und hier jene steilaufgerichteten, vielfach gebogenen und gewundenen, stark ausgewitterten Felsriffe zusammenzusetzen, welche man von der Jochstrasse aus mit dem Auge weithin verfolgen kann. Sie setzen auch ostwärts über die Jochstrasse in der Nähe des 6. Kilometersteins hinüber und streichen weiter zum Mt. Cristallo fort.

Bevor wir den Gebirgsaufschluss an der Jochstrasse zwischen Bormio und dem Stilfserpasse weiter verfolgen, wollen wir zunächst noch einen Blick auf die nächste Umgebung des alten Bades werfen. Die hochaufragenden Felsen, auf welchen die Gebäulichkeiten stehen und aus welchen die Quellen entspringen, bestehen, wie wir bereits erwähnt haben, aus einem splittrigen, gelblich angewitterten, z. Th. breccienartigen schwarzen Dolomit, wie er als eine der tiefsten Stufe des Kalkgebirgs überhaupt nahe an der Grenze des unterlagernden, krystallinischen Schiefers aufzutreten pflegt. Er besteht, wie schon angegeben ist, aus 64,51% Kalkcarbonat

und 35,49% Bittererdecarbonat. In demselben ist auch der Stollen der Martinsquelle eingetrieben. Zwischen den einzelnen zu Tag emporragenden Felsenköpfen ist theils Gehängeschutt, theils eine Art diluvialer Nagelfluh ausgebreitet, so dass die unmittelbar an diesen Dolomit angeschlossenen Schichten hier nicht entblösst sind. Doch stehen unfern der Badgebäude an einem schmalen Steig, welcher aufwärts gegen die Nibelungenquelle und dann abwärts zur Addaschlucht führt, intensiv schwarze, sehr dünnschieferige, mergelige Schichten an, in welchen ich ähnliche Fischschuppen, wie in der p-Schicht des Val Triazza-Profils bei Tarasp[1]) und *Ostracoden*-Schälchen fand. Das Hangende wird von gelblich verwitternden Dolomiten, die in eine 2. Lage solcher dünngeschichteter Schiefer und dann in schwarze weisspunktirte und mit kleinen Kalkspathknöllchen durchspickte Schichten übergehen, gebildet. Aehnliche Schichtencomplexe sind auch an der Jochstrasse bei dem 6ten Kilometerstein blossgelegt.

Indem wir die Aufschlüsse an der Jochstrasse weiter aufwärts verfolgen, beobachten wir zunächst über dieser Region schwarzer Dolomite und dünngeschichteter Schiefer, welche constant nach NO. einfallen, wohlgeschichtete, z. Th. tiefschwarze, z. Th. hellfarbige, selbst röthliche, vorherrschend weiss gefleckte und gebänderte Streifenkalke, welche vielfach von der Strasse durchschnitten werden. Sie erinnern lebhaft an die hellstreifigen, oft breccienartige Kalke der Radstädter Tauern. Auf grössere Strecken laufen sie mit dem Strassenzuge parallel bis in die Nähe der 2. Cantoniere. Bevor man diese erreicht hat, stösst man auf intensiv schwarze Dolomite mit weissen *Gyroporellen*-ähnlichen, aber nicht deutlich abgegrenzten und durch die späthige Beschaffenheit der Aushüllungsmasse auch mikroskopisch nicht bestimmter erkennbaren Einschlüssen neben sehr deutlichen *Crinoideen*-

1) a. a. O. S. 22.

Stielen und Durchschnitten von Conchylienschalen ähnlich denen auf dem Marlt-Ferner angetroffenen.

Längs der zahlreichen Windungen der Strasse, welche hier aufwärts zur 3. Cantoniere führt, gehen vorherrschend dunkelgefärbte, doch auch vielfach hell, weisslich und röthlich gestreifte Kalke und Dolomite mit anhaltender Neigung nach NO. zu Tag. Dieser Wegstrecke gegenüber thürmen sich die Schichten des Kalkgebirgs von der Tiefe des Val Braulio an den Wänden des Mt. Pedenollo und Mt. Braulio wohl über 500 m hoch in grosser Regelmässigkeit über einander auf, während unten im Thale oberhalb des 15. Kilometersteins die Kalkgebirgsschichten von einer Verwerfungsspalte plötzlich abgeschnitten werden und sich nun weiter aufwärts bis zum Stilfserpasse wieder krystallinische Schiefer im Allgemeinen von dem Typus jener im Zebru- und Suldenthale anlegen. Es sind theils glimmerigglänzende graue Phyllite und grüne chloritische Schiefer, auf welche bei der Kirche St. Rainieri ein kleiner Steinbruch angelegt ist, theils quarzitische Augengneisse, welche in vielfachem Wechsel uns bis zur Passhöhe begleiten und dann weiter durch das Trafoierthal gegen die Hochleitenspitz fortstreichen. Der Sattel selbst schneidet, wie bereits erwähnt wurde, auf der durch eine Verwerfungsspalte erzeugten Grenze zwischen Kalkgebirge und den krystallinischen Schiefer ein.

Sucht man nun ein allgemeines Bild von dem im Ganzen sehr ruhigen Aufbau des Ortlerstocks zu gewinnen, so stellt sich uns der obere wesentlich aus Dolomit- und Kalkschichten bestehende Theil der Gebirgsmasse als auf einem sanft von NO. nach SW. geneigten Fundament aus krystallinischen Schiefern aufgesetzt dar, wobei die Scheide zwischen den beiden Gesteinsgruppen von 2500 m im Norden sich auf 1500 m im Süden senkt und die Schichten zugleich einander zugeneigt, im Nordflügel nach SW., im Südflügel nach NO. einfallen und gegen die Mitte hin eine flache Mulde bilden.

In Allgemeinen scheinen Schiefer- und Kalkgebirgsschichten in gleichförmiger Lagerung sich an einander anzuschliessen. Sicher nachgewiesen ist dieses Verhältniss zwischen den hangendsten, den krystallinischen Schiefern ähnlich ausgebildeten flasrigen Quarziten und den liegendsten kalkigen Schichten.

Leider geben die im Ortlerstock bis jetzt aufgefundenen spärlichen organischen Ueberreste noch keine zureichende Anhaltspunkte, um das ungemein mächtige Schichtensystem zwischen den sicher nachgewiesen rhätischen Schichten und den flasrigen, weissfleckigen Quarziten, welches man als Ganzes wohl Ortlerkalk und -Dolomit nennen kann, in einzelne Stufen zu gliedern. Nur im Vergleiche mit den gut unterscheidbaren Stufen bei Tarasp und im Ofen-Gebirge sowie nach der Aehnlichkeit in der Gesteinsbeschaffenheit lässt sich vorläufig ungefähr folgende Schichtengliederung, welche mit der bereits 1863 von Theobald für das Bündner Kalkgebirge aufgestellten Reihenfolge nahezu übereinstimmt, vorschlagen:

Lias: Algäuschiefer-ähnliche graue, dunkelfleckige Kalke und Mergelschiefer mit Algenabdrücken und *Belemniten*-Einschlüssen.

Dickbankige graue oder weissliche, stellenweise röthliche, in Karrenfelder auswitternde Kalke (Lias- oder Dachsteinkalk?)

Rhätische Stufe: Versteinerungsreiche, graue, rostig verwitternde Mergel und Kalke.

Ortler Kalk und -Dolomit:

a) Hellgraue, splittrige Dolomite (? Hauptdolomit).

b) Rauhwacke, nur stellenweise entwickelt.

c) Schwarze, dünnbankige, versteinerungsreiche (kleine *Gasteropoden*, *Crinoideen*, *Foraminiferen*) Kalke und Dolomite (? Raibler Stufe).

d) Streifendolomit, graue, weissgestreifte und gefleckte Dolomite und Kalke mit spärlich und undeutlich erhaltenen Versteinerungen (? Wettersteinkalk).

e) Intensiv schwarze, bankartig wohlgeschichtete Dolomite im Wechsel mit tief schwarzem mergeligen Schiefer, welche Fischschuppen und *Ostracoden*-Schälchen enthalten (? Partnachschichten).

f) Grauschwarze, splittrige Dolomite mit weissen Kalkspathadern, voll von kleinen weissen Kalkspathknöllchen und stielartigen Ausscheidungen nach Art der Guttensteiner Schichten.

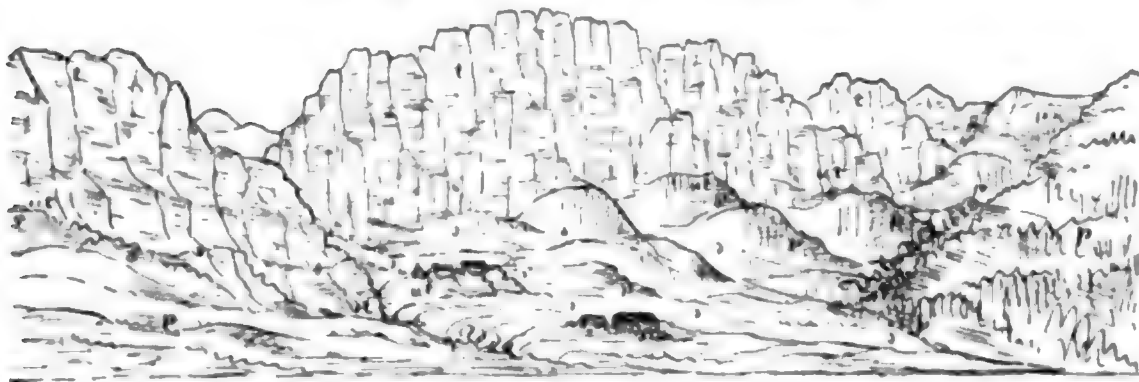
g) Streifenschiefer, dünngeschichtete, weissgestreifte graue Mergel; zuweilen eine Bank weisslichen Kalks einschliessend.

h) Gyps und Rauhwacke (nur stellenweise vorhanden).

Flaserquarzitschiefer (Stellvertreter des Verrucano und der Werfener Schichten.)

Krystallinische Schiefer: Graue und grüne Phyllite, sericitische Quarzitschiefer und quarzige Augengneisse.

Ursprung der Thermen von Bormio.



Ansicht von den Bädern von Bormio mit dem Mt. Cristallo im Hintergrunde. (Erklärung der Buchstaben im Texte.)

Die heissen Quellen von Bormio treten aus Klüften und Aushöhlungen jenes Dolomites zu Tag, welcher in der eben aufgestellten Schichtenfolge unter f aufgeführt wurde

und unzweifelhaft einer der tiefsten Schichten des Kalkgebirgs nahe der Schiefergrenze angehört.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass diese Quellen sichtlich nicht, wie es so häufig bei warmen Quellen zu beobachten ist, mit einer gewissen Heftigkeit empordringen und aus der Tiefe aufsteigen. Im Gegentheil macht die Art ihres Zutagtretens den Eindruck, als ob sie von oben her sich herabzögen und desshalb auch hoch an dem Bergabhang und nicht im tiefsten Thaleinschnitt ihren Austritt fänden. Dass die einzelnen Quellenergüsse einem gemeinsamen Hauptherde entstammen, dürfte nach der nahe vollständigen Uebereinstimmung in ihrer chemischen Zusammensetzung kaum zu bezweifeln sein.

Was zunächst die in diesen Thermen enthaltenen Salze anbelangt, so scheint nach dem geologischen Bau der Gegend sicher angenommen werden zu dürfen, dass diese Salze den Gyps führenden Schichten (ut. des voranstehenden Profils) entstammen, welche in der nächsten Nähe zwischen dem sericitischen flasrigen Quarzitschiefer und den tiefsten Dolomitschichten sowohl im Uzzathale wie am Südabhang des Mt. della Scala oberhalb Premadio bis zu Tag ausstreichen. Es ist eine stets sich wiederholende Erscheinung, dass mit solchen Gypsablagerungen Ausscheidungen von Stein-, Bitter- und Glaubersalz vergesellschaftet sind. Doch fehlt stellenweise eines oder das andere dieser Begleitsalze oder ist nur spärlich vorhanden.

Letzteres scheint bei den Gypsablagerungen des Ortlerstocks in Bezug auf Steinsalz (Chlornatrium) der Fall zu sein. Es fehlen in dem die Gypslinsen einschliessenden Mergelschiefer dementsprechend auch jene würfelförmigen Eindrücke oder Krystallausfüllungen von Steinsalz, welche sonst so häufig in derartigen Schichten vorzukommen pflegen. Daraus erklärt sich die relative Armuth der Thermen an Chlornatrium gegenüber dem Gehalte an Gyps, Bitter- und

Glaubersalz. Dass auch Kalkbicarbonat in grösserer Menge in dem Quellwasser enthalten ist, erklärt sich leicht aus dem Umstande, dass die Wässer auf weite Strecken durch Kalkgestein ihren unterirdischen Verlauf nehmen. Es ist dieser Gehalt sogar verhältnissmässig klein, was davon herrührt, dass nur geringe Mengen von Kohlensäure zur Verfügung steht, um Kalk in Lösung aufzunehmen. Damit hängt auch die Thatsache zusammen, dass der Sinter, welcher von dem über die Felsen abstürzenden, CO_2-armen Quellwasser gebildet wird, verhältnissmässig viel Kalkcarbonat und nur wenig Gyps neben namhaften Mengen von Bittererdecarbonaten enthält.

Die geringe Beimengung von Eisen- und Mangancarbonat leitet sich von den in der bezeichneten Schichtenregion vorfindlichen gelben Knollen ab, welche neben Kalk- und Bittererdecarbonat auch geringe Mengen jener Carbonate enthalten. Der Gehalt an Arsenik, Antimon, Zinn und Blei möchte von spärlich in den durchflossenen Schichten vorkommenden metallhaltigen Mineralien, namentlich Schwefelmetallen, herrühren.

Die Bedeutung des Fehlens von Schwefelwasserstoff ist bereits vorn hervorgehoben worden. Von den übrigen Bestandtheilen, welche nur in höchst geringen Mengen vorhanden sind, ist keiner, welcher nicht gewöhnlich in solchem Gyps-haltigen Quellwasser vorzukommen pflegt.

Schwieriger ist die Frage nach der Ursache der hohen Temperatur unserer Quellen zu beantworten. Theobald[1]) bringt sie mit dem geologischen Aufbau des Ortlergebirgs in Beziehung und erläutert dies in folgender Weise: „Da die Kalkmulde von dem Stelvio sehr steil einfällt, z. Th. sogar von dem krystallinischen Schiefer überlagert wird, dass diese über sie hingebogen sind, bei Bormio aber ebenfalls an ihr

1) Beit. z. geol. Karte der Schweiz. 3. Lief. 1866 S. 343 u. Bäder von Bormio S. 123.

nördliches Einfallen beobachtet wird, so muss sie sehr tief hinabgreifen. Das Wasser sinkt in den zerklüfteten Dolomit ein bis auf die impermeablen Schiefer, welche unter den Kalkbildungen liegen, und steigt dann von dem südlichen Schenkel der Mulde durch die Klüfte des Dolomits wieder auf. Es ist tief genug hinabgegangen, um eine Erdwärme zu treffen, welche genügt, um es bis zu 39° C. zu erwärmen. Dass es grade an der Stelle erscheint, liegt daran, dass hier eine synclinale Einbiegung in der Richtung der Streichungslinie ist, welche man deutlich beobachten kann und in welcher auch die Schlucht der Adda verläuft, welche aber eine Erosionsschlucht und späteren Ursprungs ist, als die durch die Erhebung des Gebirgs bedingte Biegung der Schichten.* Theobald leitet demnach die hohe Temperatur der Quellen von der inneren Erdwärme und von dem Umstande ab, dass Tagwässer sehr tief in die Erde eindringen, dort an einer undurchdringlichen Gesteinsschicht sich ansammeln und erwärmen, um alsdann wieder an günstiger Stelle zu Tag aufzusteigen. Woher die Quellen ihren Gehalt an Salzen nehmen, wird hierbei nicht erörtert. Indess kann man von einem solchen Aufsteigen der Thermen aus der Tiefe nichts wahrnehmen; das Quellwasser scheint vielmehr da, wo es zu Tag tritt, eher von der Höhe sich herabzuziehen und zwar, wenn man die Verbreitung der verschiedenen Quellpunkte ins Auge fasst, von dem hohen mächtigen Kalkstock des Mt. Cristallo her. Dazu kommt, dass die geringe Neigung der Kalkschichten am N.- und S.-Rande des Ortlerstocks nicht für eine beträchtig tiefe Einmuldung der Kalklagen spricht: es scheint vielmehr der Kalkstock auf einer schwach nach SW. geneigten und nur gering eingebuchteten Unterlage aufgesetzt zu sein.

Zur Erklärung der hohen Temperatur der Quellen ist aber auch die Annahme einer solchen tief niederziehenden Schichtenbiegung, aus der die Thermen wieder empor zur

Oberfläche gedrückt würden, durchaus nicht erforderlich. Mir scheint es zu genügen, dass unmittelbar neben dem Quellpunkte ein so gewaltiges und hohes Gebirgsmassiv, wie es der Ortlerstock und der nächst benachbarte Mt. Cristallo ist, emporragt. Beträgt doch der Höhenunterschied zwischen Bormio und der Gebirgsausbreitung her mehr als 1500 m! Man darf nun wohl annehmen, dass die innere Erdwärme mit der Erhebung der Erdoberfläche sich, wenn auch nicht in gleichem Maassstabe, wie das Ansteigen selbst, emporzieht und im Innern der Berge beträchtlich sich steigert, so dass selbst die auf den Höhen von ewigem Schnee und Eis umstarrten Gebirgsmassen im Innern hohe Temperaturen beherbergen können. Dies darf wohl als Grund auch im Ortlerstock angenommen werden. Die Geoisothermen steigen auch hier in der Bergmasse mit deren Erhebung so beträchtlich in die Höhe, dass dies genügt, um selbst Gletscherschmelzwasser, welche auf Spalten des Dolomits in die Tiefe eindringen, hochgradig zu erwärmen.

Ich stelle mir vor, dass auf den Höhen des Mt. Cristallo solches Schmelzwasser durch das klüftige Gestein bis zu dem aus dichtgeschlossenem Schiefer bestehenden Fundament des Kalkstocks niedersinkt, hier die in dieser Tiefe herrschende Temperatur annimmt, zugleich auch aus den in diesen Regionen vorkommenden Gypsablagerungen, wie wir sie am Gebirgsabbruch in der Uzza-Schlucht kennen gelernt haben, mit dem Gyps vergesellschaftete Mineralsalze in Lösung nimmt und sodann an der Stelle als gehaltreiche Therme zu Tag tritt, wo die Grenzfläche zwischen Schiefer und Kalkgebirgsschichten an einem tiefsten Punkte von der Erdoberfläche angeschnitten wird. Dies findet nun augenscheinlich in dem tiefsten Einschnitt der Morena da statt, wo dieser von dem Stilfser Joch herziehend zwischen dem Stock des Mt. Cristallo und Mt. della Scala vertieft ist und von der Verebnung oberhalb Bormio geschnitten wird. An dem

niedrigsten Punkte dieser sich kreuzenden Linien finden die bis dahin unterirdisch circulirenden Gewässer den geringsten Widerstand, der ihrem Austritt zur Tagesoberfläche entgegensteht und hier an dem Felsenabbruch des alten Bades ist es, wo sie dann aus den Klüften des Dolomites als Thermen hervorquellen.

So wenig wahrscheinlich es auch für den ersten Augenblick sich darstellen mag, dass so hochgradig warme Quellen, wie es die Thermen von Bormio sind, ihren Ursprung eiskaltem Schmelzwasser sollten zu verdanken haben, so leicht begreiflich wird diese Annahme, wenn man sich die geologische Constitution der hier herrschenden Gesteinsbildungen und die eigenthümlichen Oberflächenverhältnisse eines fast senkrecht bis gegen 2000 m aufsteigenden Gebirgsmassiv ins Auge fasst. Bestätigt wird diese Annahme überdies noch durch die Wahrnehmung, dass in Jahreszeiten lang andauernder Kälte, während welcher kein Schmelzwasser erzeugt wird, die Ergiebigkeit namentlich der Martinsquelle als eine der höchstgelegenen beträchtlich nachlässt. Es wird gesagt, dass diese Quelle schon auf kurze Zeit ganz ausgeblieben sei, dann aber bei Beginn der Schneeschmelze wieder zu fliessen begonnen habe.

Das eingehende Studium der Quellenverhältnisse von Bormio hat mich nunmehr zur Ansicht geführt, es sei auch für die Thermen von Gastein wahrscheinlich, dass einfach durch ein Niedersinken von Schmelzwasser auf den benachbarten höchsten Gebirgstheilen der Taurenkette in das Innere des Gebirgsmassivs bis auf das Niveau von Gastein genügt, um dem Wasser den hohen Wärmegrad zu ertheilen, mit dem es zu Gastein gleichfalls ohne irgend beträchtlichen Druck wahrnehmen zu lassen, zu Tage tritt.[1])

1) v. Gümbel, Geolog. Bemerk. ü. d. warmen Quellen von Gastein im Sitz. d. bayer. Acad. d. Wiss. math.-phys. Classe 1889. XIX. S. 407.

Ueber die Umbildung der Lieberkühn'schen Drüsen durch die Solitärfollikel im Wurmfortsatz des Menschen.

Von N. Rüdinger.

(Mit Tafel V.)

(Eingelaufen 15. Juni.)

In den letzten Jahren hatte ich Gelegenheit die Wurmfortsätze von fünf Enthaupteten bald nach dem Tode herausnehmen und in geeigneter Weise conserviren zu können. Die Individuen, denen die Wurmfortsätze entnommen wurden, sind in den Sektionsprotokollen als gesunde kräftige Männer, in den mittleren Lebensjahren stehend, bezeichnet.

Der Magen, der Dünn- und Dickdarm zeigten sich bei denselben von normaler Beschaffenheit und bei drei der Enthaupteten konnte constatirt werden, dass die Dünndarmverdauung eingetreten war.

Die Wände des Duodenum und des Jejunum zeigten sich etwas geröthet, das Darmrohr mässig stark ausgedehnt und etwas geschwellt. Bei der Eröffnung des Leerdarmes floss der braungelbe Inhalt aus und die Oberfläche der Mucosa war mit zähem Schleim belegt. Der Wurmfortsatz wurde entweder dicht am Coecum abgetragen oder in Verbindung mit einem Stück des letzteren herausgenommen, theils in Müller'scher Flüssigkeit, theils in Picrin-Salpetersäure und einzelne Stücke auch in Alkohol conservirt. Bei einem

der Enthaupteten konnten sechs noch lebende Spulwürmer aus dem Ileum entfernt werden und später zeigte sich, dass der Inhalt des Processus vermiformis bei diesem Manne von den Eiern des genannten Thieres ganz durchsetzt war. Die Stücke des Darmes, bei welchen die Picrin-Salpetersäure zur Conservirung Verwendung fand, waren fast alle unbrauchbar, weil eine starke Schrumpfung des Objektes und Loslösung des Drüsen- und Darmepithels eingetreten war und kamen daher diese in Picrin-Salpetersäure conservirten Präparate bei Beurtheilung der Untersuchungs-Ergebnisse am Wurmfortsatze nicht in Betracht.

1) Die lymphoiden Zellen im Wurmfortsatz.

Jene Forscher, welche sich mit der Schleimhaut des Darmkanales beschäftigt haben, wissen, dass die Solitärfollikel im Dünn- und Dickdarm in Grösse und Zahl einem hochgradigen Wechsel unterliegen und wurde von Hofmeister ganz besonders darauf hingewiesen, dass das adenoide Gewebe d. h. die Lymphzellen in demselben bei Hungerthieren spärlicher sei, als bei gut genährten. Aber auch die Gesammternährung sei von Einfluss auf die Zahl von Wanderzellen in der Darmschleimhaut. Selbst unter ganz normalen Verhältnissen sind in dem einen Falle makroskopisch gar keine Follikel an der freien Schleimhautfläche des Darmes sichtbar, während in einem anderen die Schleimhaut des ganzen Darms mit kleinen runden Erhöhungen reich besetzt ist. Zuweilen sieht man an der Stelle, wo die Follikel angebracht sind, kleine Einsenkungen, die man an den Mandeln und der Zungenwurzel ebenso, wie im Colon und Rectum beobachtet. Diese Buchten, die Krypten, stellen Einsenkungen der Schleimhaut an der Stelle der Follikel dar, die man jedoch im Wurmfortsatz des Menschen ganz vermisst. Hier trifft man den Follikel in gleicher Ebene mit jener Schleimhautfläche, die nur Lieberkühn'sche Drüsen einschliesst.

Der ständige Wechsel der lymphoiden Zellen in der Schleimhaut des Darmes verlor von dem Augenblick an das Räthselhafte, als die schönen Forschungen von Stöhr den Nachweis erbracht hatten, dass die Leucocyten an den Mandeln und den Balgdrüsen der Zungenwurzel zwischen den Plattenepithelschichten durchwandern und sich der aufgenommenen Nahrung beimischen. Ist auch die Rolle, welche die Leucocyten spielen, gleichviel wo dieselben in den Tractus intestinalis einwandern, zur Zeit nicht klar gestellt, so muss man doch apriori annehmen, dass die Einwanderung insbesondere an jenen Darmabschnitten, wo dieselben in das Lumen massenhaft stattfindet, nicht von untergeordneter Bedeutung ist.

Die folgenden Mittheilungen über die Ergebnisse der Untersuchungen am Processus vermiformis des Menschen dürften geeignet erscheinen, unsere bisherigen Kenntnisse über die Bedeutung der lymphoiden Substanz in der Schleimhaut des Darmes in einigen Beziehungen zu erweitern und die der neuesten Zeit angehörigen Forschungsresultate über die Wanderzellen im Darm theils zu bestätigen und theils zu ergänzen.

Schon W. His sprach in seiner eingehenden Abhandlung über den Bau der Peyer'schen Drüsen den Satz aus, dass an jenen Stellen der Schleimhaut des Darmes, wo die Lieberkühn'schen Drüsen vorhanden seien, die adenoide Substanz zurücktrete und umgekehrt. Auf keinen Abschnitt des Tractus intestinalis ist dieser Ausspruch so anwendbar, als auf den Processus vermiformis, welcher jedoch bei den fünf untersuchten Individuen sich auch fünf Mal histologisch verschieden zeigte, eine Thatsache, welche doch nur dahin zu deuten ist, dass die Wurmfortsätze in den verschiedenen Stadien ihrer Funktion, in welchen sie sich im Moment der Enthauptung befanden, zur Conservirung kamen.

Wenn ich auch zunächst darauf hinweisen muss, dass

sowohl die einzelnen Solitärfollikel, als auch die Gruppen der Follikel nicht gleichmässig in der Schleimhaut des Wurmfortsatzes vertheilt sind, sondern um so vermehrter auftreten, als man sich dem blinden Ende desselben nähert, so ergaben doch die Schnitte des Wurmfortsatzes von verschiedenen Individuen, welche annähernd an übereinstimmenden Stellen desselben gewonnen sind, dass in dem Verhalten und der Zahl der lymphoiden Zellengruppen einerseits und der Anordnung der Lieberkühn'scken Drüsen andererseits ziemlich grosse Verschiedenheiten bestehen.

Während die Schleimhaut eines Querschnittes von dem Wurmfortsatz des Individuums A in ihrer grössten Ausdehnung keine Lieberkühn'schen Drüsen besitzt und fast nur von lymphoider Substanz durchsetzt ist, zeigt der Querschnitt von dem Processus vermiformis des Mannes B in der Schleimhaut fast ausschliesslich Lieberkühn'sche Drüsen. Wo die solitären Follikel in der Schleimhaut des Wurmfortsatzes auftreten, fehlen die Lieberkühn'schen Drüsen und wo diese in voller Ausbildung vorhanden sind, vermisst man die Follikel. Beschränken sich die Follikel auf die subglanduläre Zone der Schleimhaut, so dass sie noch ausserhalb der Muscularis mucosae sich befinden, dann stehen die Lieberkühn'schen Drüsen ohne Unterbrechung ziemlich dicht gedrängt nebeneinander, theils von gleicher, theils von ungleicher Grösse.

Diese Thatsache allein drängt nothwendig zu der Fragestellung, wodurch dieses anatomisch-verschiedene Verhalten der Schleimhaut bedingt sein könne. Dieser Wechsel der Gebilde muss unzweifelhaft in einem Zusammenhang stehen mit der Ruhe und der Thätigkeit der Schleimhaut in den verschiedenen Stadien der Funktion im Dickdarm resp. im Wurmfortsatz!

Nach den bisherigen Ergebnissen meiner Untersuchungen, die ich am Wurmfortsatze gewinnen konnte, muss ich die erste

Entstehung der Follikel in die Submucosa, d. h. in die subglanduläre Zone der Schleimhaut verlegen und von hier aus rücken dieselben, sich vergrössernd, gegen die Muscularis mucosae vor, deren Bündel so auseinander gedrängt werden, dass man zuweilen den Eindruck empfängt, als sei dieselbe an der Follikelstelle ganz zu Grunde gegangen. An dünnen Schnitten kann man jedoch nachweisen, dass die einzelnen kontraktilen Faserzellen nur auseinander gezerrt sind und an verschiedenen Stellen des lymphoiden Zellenhaufens aufgefunden werden können. Schon seit langer Zeit weiss man, dass auch das reticuläre Bindegewebe der Schleimhaut von Wanderzellen in wechselnder Zahl reich durchsetzt ist; allein ein Follikel zeigt Eigenthümlichkeiten, welche zunächst darin bestehen, dass ein helles Keimcentrum und eine dichte Rindenzone nicht ganz scharf von einander abgegrenzt auftreten, während die Einlagerung der Leucocyten in das reticuläre Gewebe der Schleimhaut, abgesehen von der Zahl derselben, keinerlei Verschiedenheiten darbietet.

Ist der lymphoide Follikel so gross geworden, dass er mit seiner gegen die Schleimhaut gerichteten peripheren Zone, welche nie eine scharfe Abgrenzung zeigt, die Muscularis mucosae überschritten hat, so tritt er mit den blinden Enden der Lieberkühn'schen Drüsen in Contakt. Diese Drüsen werden an einzelnen Stellen in Folge der raschen Vergrösserung und des Vorrückens der Follikel gegen die Schleimhautoberfläche auseinander gedrängt, so dass sie eine schiefe Stellung zu dem mehr oder weniger konisch geformten Follikel annehmen. Allein die Regel ist diese Beziehung der Lieberkühn'schen Drüsen zum Follikel nicht. Viel häufiger kann man die Beobachtung machen, dass die Stellung der Lieberkühn'schen Drüsen in der Schleimhaut eine ganz normale bleibt, d. h. eine zur Schleimhautfläche mehr oder weniger rechtwinkelige. Die Abstände der Lieberkühn'schen Drüsen zu einander ändern sich bei dem Vorrücken des Fol-

likels nicht im geringsten. Würden die Lieberkühn'schen Drüsen bei der Vergrösserung eines Follikels verdrängt, so müssten dieselben dort, wo der lymphoide Zellenhaufen eine Vergrösserung erfährt, dichter zusammenrücken, was aber durchaus nicht der Fall ist.

Man kann ganze Schnittreihen untersuchen, ohne eine Aenderung in der Stellung der Lieberkühn'schen Drüsen zu einander wahrzunehmen.

Ein Vergleich der Schnitte von den Wurmfortsätzen der verschiedenen Individuen ergibt ganz überraschende Resultate. An der einen Schnittreihe von einem Individuum A lässt sich nachweisen, dass die Lieberkühn'schen Drüsen, wie Palissaden neben einander stehend, die Schleimhaut fast des ganzen Umfangs des Processus vermiformis erfüllen (Fig. I), während sich an einer anderen Schnittserie von einem Individuum B in gleicher Ausdehnung in der Schleimhaut nur drei oder vier Lieberkühn'sche Drüsen zählen lassen. (Fig. II.)

Fassen wir vorerst noch den gegen die freie Schleimhautfläche vorrückenden Leucocytenhaufen in's Auge, so sieht man, dass er in dem Verhältniss, als durch ihn das Epithel der Schleimhaut vorgewölbt wird, ihre Cylinderzellen umformt, indem aus diesen platte Zellen hervorgehen, die schliesslich wie ein einschichtiges Plattenepithel, den Solitärfollikel gegen das Darmlumen abgrenzen. Die Cylinderzellen und auch ihre Kerne werden so abgeplattet, dass der grösste Durchmesser der letzteren der Schleimhautfläche parallel steht.

Unzweifelhaft ist diese Umformung der Cylinderzellen zunächst das Resultat der mechanischen Einwirkung des sich vergrössernden lymphoiden Zellenhaufens, welcher die Schleimhaut hügelig nach dem Darmlumen vorwölbt. Die Verdünnung der Epithelzellen erreicht allmählig, wie dies schon von anderen Autoren hervorgehoben wurde, einen so hohen Grad, dass die Kittsubstanz zwischen denselben oder die Zellenplatten selbst zerreissen und dem Follikelinhalt den Eintritt

in das Darmrohr gestatten und dem Darminhalt sich beimischen kann. Für die Feststellung dieses Vorganges mag kein Darmabschnitt geeigneter sein, als der Processus vermiformis des Menschen, bei welchem während der Untersuchung der Inhalt unversehrt in Contakt mit der Schleimhautfläche bleibt und das ganze Objekt, gleichviel ob dasselbe im gefüllten oder leeren Zustande, resp. in der Funktion oder in der Ruhe sich befindet, klar übersehen werden kann.

Ist der Wurmfortsatz gefüllt, so erkennt man in dem Inhalt desselben langgestreckte Züge und Nester von intensiv gefärbten Kernen, welche sich von den Kernen der Follikel nur dadurch unterscheiden, dass dieselben von ungleicher Grösse sind, im Uebrigen sich aber nicht unterscheiden von den Kernen der lymphoiden Zellen des Schleimhautfollikels. Einzelne Schnitte lassen sogar den direkten Zusammenhang der Kerne im Darminhalt mit den Kernen des Follikels erkennen.

Nach Allem, was das Studium der Schnittserien von den Wurmfortsätzen ergab, muss man zu der Ueberzeugung kommen, dass das Epithel der Schleimhaut an der Stelle, wo der Lymphfollikel vorrückt, zunächst umgeformt und verdünnt, dann durchbrochen wird, um den Follikelinhalt zu dem Darminhalt gelangen zu lassen.

Demnach treten die Leucocyten der Darmschleimhaut nicht nur, wie Stöhr nachwies, zwischen den Plattenepithelien hindurch, um sich der Nahrung beizumengen, sondern dieselben wandern auch von den solitären Follikeln und den Peyer'schen Follikelhaufen massenweise in das Darmrohr ein, um eine funktionelle Rolle im Darminhalt zu spielen. Den von Stöhr beschriebenen Durchtritt der Leucocyten habe ich zwischen den Cylinderzellen der Darmschleimhaut, im Wurmfortsatz des Menschen, und auch in der Eustachi'schen Röhre und in der Gallenblase unzweifelhaft gesehen, möchte jedoch auf Grund der Ergebnisse am Pro-

cessus vermiformis annehmen, dass dieselben eine endgiltige Rolle im Darminhalt spielen. Nicht eine einzige Thatsache ist mir bei diesen Untersuchungen entgegengetreten, die ich dahin verwerthen könnte, dass eine Rückkehr der einmal in das Darmlumen gelangten Kerne der Leucocyten in die Schleimhaut, denn nur Kerne allein kann ich im Darmrohr wahrnehmen, stattfindet. — Lymphoide Zellen oder nur deren Kerne gelangen nicht nur zwischen den Cylinderepithelien, sondern auch nach Verdünnung und Zerreissung des Epithels an den solitären Follikeln und den Follikelgruppen in das Lumen des Wurmfortsatzes zu dessen Inhalt. Dass der Wurmfortsatz immer mit einem feinkörnigen oder einem graugelben Sekret erfüllt ist, geht aus den Untersuchungen der fünf Präparate klar hervor. In dem einen Falle war der Inhalt ganz durchsetzt mit den Eiern von Ascaris lumbricoides, welcher bei der Sektion aus dem Dünndarm genommen wurde.

2) Die Einwirkung der lymphoiden Zellen auf die Lieberkühn'schen Drüsen.

Bei den Musterungen der Schnittserien des Wurmfortsatzes an den fünf Individuen, deren Darm in den verschiedenen Stadien der Verdauung bei der Conservirung sich befand, beobachtete ich ein eigenartiges Verhalten der Lieberkühn'schen Drüsen zu jenen Stellen, wo ein Solitärfollikel oder eine Follikelgruppe gegen die Lieberkühn'schen Drüsen vorrückt. Im ersten Augenblick musste man an verschiedene Möglichkeiten, welche diese immer wiederkehrenden Bilder in der Schleimhaut zu Stande bringen, denken und man konnte zunächst annehmen, dass, wenn man die blinden Enden der Lieberkühn'schen Drüsen bei verschiedenartiger Schnittführung zur Anschauung bringt, die Zellengruppen derselben ohne Lumen und ohne regelmässige Anordnung sich zeigen. Allein bald musste ich die Ueberzeugung gewinnen, dass in

der Umgebung eines sich vergrössernden und vorrückenden Follikels an den Lieberkühn'schen Drüsen sich Veränderungen einstellen, die konstant sind und nur auf Umwandlungen des gesammten Zellenmaterials der Drüsen zurückgeführt werden können.

Diese Veränderungen, welche die Wanderzellen in der Schleimhaut an dem Wurmfortsatze zu Stande bringen, sind folgende: Sobald ein Follikel aus der subglandulären Zone herausgetreten und die Muscularis mucosae überschritten hat, gelangt er mit den blinden Enden der Lieberkühn'schen Drüsen in Contakt und bevor dies geschehen ist, sieht man an der Seite der Lieberkühn'schen Drüsen, welche dem Follikel zunächst steht, einzelne Leucocyten vorrücken und ich kann nicht mehr daran zweifeln, dass dieselben durch die Tunica propria hindurchgehen und zwischen den Cylinderzellen der Drüse eindringen. Die wichtigste Erscheinung aber besteht während der Annäherung des Follikels an eine Lieberkühn'sche Drüse darin, dass die Zellen derselben sich lockern und eine unregelmässige Stellung zu einander und zur Tunica propria annehmen. Jene regelmässige Anordnung, wie sie sich an den Zellen und den Kernen der unveränderten Drüse vorfindet, geht rasch verloren und man empfängt den Eindruck, als löse sich die Kittsubstanz der Zellen auf und würden diese von der Tunica propria losgelöst. An jener Seite der Drüse, wo der Follikel diese Veränderung zu Stande bringt, ändert sich auch das Lumen des Ausführungsganges derselben, während er an der gegenüberstehenden Seite immer noch seine scharfe regelmässige Beschaffenheit beibehalten hat. In diesem Stadium der Veränderung scheint noch eine andere Erscheinung wichtig zu sein. Wenn nämlich die Doppelfärbung zur Anwendung kam, so dass das Protoplasma der Cylinderzellen roth und der Kerne blaugefärbt erschien, so konnte man wahrnehmen, dass an jener Seite der Drüse, wo die Veränderung in der Form und Stellung der Cylinder-

zellen eingetreten ist, die rothe Farbe, resp. das Protoplasma mehr und mehr schwindet, während an der entgegengesetzten Umrandung der Drüse die rothe Färbung des Drüseninhalts, in welchen die blauen Kerne auffallend durchschimmern, erhalten ist. Neben der Aenderung der Form und der Stellung der Cylinderzellen zueinander und zur scharf begrenzten, kernhaltigen Tunica propria der Drüse geht die Zellenmembran und das Protoplasma der Cylinderzellen zu Grunde, denn die Zelle wird kleiner und die specifische Farbenreaction bleibt an der formell geänderten Zellenreihe vollständig aus. Die blau gefärbten Zellenkerne, wenn auch in unregelmässiger Anordnung, sind jetzt um so deutlicher geworden. Sehr bald erkennt man auch keine Tunica propria der Drüse, die sehr charakteristisch und deutlich war, und in dem Verhältniss, als der solitäre Follikel sich vergrössert, wird die Lieberkühn-sche Drüse in ihrem ganzen Umfange in den beschriebenen Kreis der Veränderung gezogen: ihr Lumen schwindet allmählich gänzlich, die Tunica propria ist gar nicht mehr zu erkennen und an der Stelle, wo die Drüse war, ist jetzt ein Nest von blau gefärbten Kernen aufgetreten. Dieselben beschränken sich anfänglich noch auf die Stelle, wo die Drüse war und schliesslich schwindet auch diese Begrenzung, so dass die Lieberkühn'sche Drüse ganz und gar den Charakter des Solitärfollikels angenommen hat und auf dem Querschnitt nur die helle centrale Parthie des Follikels, das Keimcentrum, mit dem dunklen dichten Hof vorhanden ist. (Fig. II.) Diese Veränderungen der Drüsen schreiten von ihren blinden Enden gegen die freie Schleimhautfläche hin fort und an der Stelle der Lieberkühn'schen Drüsen befinden sich nur noch lymphoide Zellen, an welchen das Protoplasma eine kaum sichtbare Schichte um den Kern herum bildet. Selbst bei Anwendung starker Vergrösserungen erhält man den Eindruck, als seien in dem Solitärfollikel, wenn derselbe die Schleimhautoberfläche

erreicht hat, nur Kerne ohne Protoplasma und ohne Zellenmembran vorhanden. Beim Zerfall der Leucocyten in dem Darminhalt sind zweifellos nur Kerne und die Bruchstücke derselben sichtbar.

Nachdem ich auf diesen beschriebenen Vorgang, der sich an den Lieberkühn'schen Drüsen abspielt, aufmerksam geworden war, prüfte ich an der grossen Zahl der Schnittserien, welche von den Wurmfortsätzen gewonnen wurden, nur diese Veränderungen der Lieberkühn'schen Drüsen durch die Einwirkung der Solitärfollikel auf dieselben und musste endlich zu der Ueberzeugung gelangen, dass in der Schleimhaut des Wurmfortsatzes ein Vorgang sich abspielt, der als ein regelmässig wiederkehrender und wahrscheinlich rasch sich vollziehender anzusehen ist.

An diese Vorgänge in der Mucosa des Darmes reihen sich eine Anzahl von Fragen, die der Beantwortung noch entgegensehen.

Obschon ich oben hervorhob, dass ich auf Grund meiner Untersuchungsergebnisse am Wurmfortsatz die Anschauung gewonnen hätte, dass die Quelle für die Leucocyten in dem Stratum submucosum zu suchen sei, bin ich nicht in der Lage, hierüber eine bestimmte Meinung auszusprechen. Herr v. Davidoff, ein sehr vorzüglicher Forscher, hat bei seinen Studien am Wurmfortsatz des Kaninchens die Beobachtung gemacht, dass sich an den Kernen der Cylinderzellen im Wurmfortsatz ein eigenartiger Theilungsprocess vollzieht, den der Autor für die Entstehung der Wanderzellen verwerthet. Obschon sich die Angaben von v. Davidoff, auf sorgfältige Beobachtungen stützen, indem derselbe die Theilungsvorgänge und die Wanderung der aus denselben hervorgegangenen Kerne unzweifelhaft so gesehen hat, wie man dieselben auch in den Zellen der Lieberkühn'schen Drüsen des menschlichen Wurmfortsatzes wahrnehmen kann, wird es sich schliesslich nur um die Deutung dieser Ergebnisse handeln.

Ich sah in den Cylinderzellen der Lieberkühn'schen Drüsen vielfach Kerne derselben, welche gegen die dem Lumen der Drüse zugekehrte Abtheilung der Zelle vorrücken und finde in einer und derselben Ebene, ganz dicht nebeneinander, zwei Kerne auftreten, die kaum anders als Kerntheilung ohne Mitose gedeutet werden können. Diese Kerne vergrössern sich und wandern auch bis in das Drüsenlumen, in welchem man ihnen, wenn auch nicht sehr häufig, auf Querschnitten der Drüsen begegnet. Seltener sieht man diese Kerne gegen die Basalmembran der Drüse vorrücken und glaube ich auch nicht, dass sie diese Richtung regelmässig einschlagen, was doch geschehen müsste, wenn dieselben zu den Wanderzellen der Follikel werden sollten. Ich vermuthe vielmehr, dass, wenn die Lieberkühn'schen Drüsen durch die Einwirkung der Follikelelemente umgewandelt sind, eine Neubildung derselben, welche a priori angenommen werden muss, durch Theilung der noch erhaltenen Drüsenzellen stattfindet. Man sieht nämlich an einzelnen Stellen gabelig getheilte Lieberkühn'sche Drüsen in grösserer Zahl auftreten, während die meisten Drüsen durchschnittlich einfach geformte Cylinder sind. Zwei, drei und selbst vierfache Theilungen der Lieberkühn'schen Drüsen, wie man sie z. B. im Dickdarm des Hundes beobachtet, sind im Processus vermiformis und auch im Dickdarm des Menschen grosse Seltenheiten. Aber an einzelnen Objekten begegne ich dieser Verdopplung der Drüsen in so grosser Zahl, dass ich eine totale Theilung derselben vermuthe nach jenem Verdauungsstadium, bei welchem die Drüsen zu Leucocythenhaufen umgewandelt wurden. Wäre diese Theilung der Drüse als ein regelmässiger Vorgang nachgewiesen, so würden die Beobachtungen von v. Davidoff meiner Meinung nach auch dahin gedeutet werden können, dass die Vermehrung der Kerne in den Cylinderzellen der Schleimhaut dann erforderlich ist, wenn beim Follikeldurchbruch eine

grosse Anzahl derselben zu Grunde gegangen und eine Zellenvermehrung als Wiederersatz für die Schleimhaut und die Drüsen stattfinden muss. Die Abbildung Fig. 14 Taf. 31 in der Arbeit von v. Davidoff lässt doch vermuthen, dass ein beginnender Durchbruch der Schleimhaut und Einwanderung der Leucocyten in dem Wurmfortsatz auch beim Kaninchen vorkömmt. Es fragt sich, ob man das Bild, welches in der Fig. 13 und 14 Ez und Iz bei v. Davidoff von einem Follikel des Kaninchen dargestellt ist, nicht in dem Sinne deuten kann, wie ich es für die Lieberkühn'schen Drüsen gethan habe. An den erwähnten Figuren empfängt man ganz und gar den Eindruck, als finde die Umwandlung der Cylinderepithelien der Darmschleimhaut ebenso statt, wie jene der Lieberkühn'schen Drüsen. Die sogen. intermediäre Zone v. Davidoff's möchte ich so deuten, dass die Stelle, wo die Cylinderepithelien eine Veränderung erfahren, die Kerne derselben frei geworden und sich der Leucocytengruppe beigesellt haben. Zwischen der intermediären Zone und dem Follikel besteht, wie schon v. Davidoff angibt, gar keine scharfe Grenze und bei einem noch weiter vorgeschrittenen Stadium der Ausbildung des Follikels dürfte auch jene Grenze zwischen der mittleren und epithelen Zone schwinden; denn die Zellen sind schon an ihren Verbindungen mit der Basalmembran grösstentheils in den Kreis der Veränderung hineingezogen und die Basalmembran der Schleimhaut ist, meiner Meinung nach, durch das Vorrücken des Follikels, zu Grunde gegangen.

Mir scheint in der That mehr Berechtigung vorhanden zu sein, diese Epithelveränderung der Schleimhaut, welche v. Davidoff nachgewiesen und beschrieben hat, als eine Umwandlung der Cylinderepithelien in der oben besprochenen Weise aufzufassen. v. Davidoff hat auch schon auf die Veränderung der Epithelien des Wurmfortsatzes beim Kaninchen aufmerksam gemacht, dieselbe, von der Tiefe der

Schleimhaut aus nach der freien Oberfläche fortschreitend, beschrieben und in seiner Figur 13 abgebildet. Hier erscheint doch der Vorgang der Art, dass man viel eher die Veränderungen des Epithels, durch den vorrückenden Follikel bedingt, von der Tiefe nach dem Lumen des Darmrohres hin fortschreitend, ableiten möchte, als ein umgekehrtes Verhältniss annehmen. Wenn auch die Bildungsstätte für die Leucocyten nach der Anschauung v. Davidoffs in die Epithelzellen der Schleimhaut verlegt wird, so kann doch die Thatsache nicht geleugnet werden, dass der Inhalt der Follikel, wenn dieser eine gewisse Grösse, resp. eine bestimmte Reife erlangt hat, in das Darmrohr einwandert. Ferner darf auch an die Möglichkeit gedacht werden, dass die Kerntheilung in den Epithelzellen der Schleimhaut sowohl, als auch in den Lieberkühn'schen Drüsen als Einleitung der Zelltheilung stattfindet, um das zu Grunde gegangene Drüsen- oder Schleimhaut-Epithel wieder zu ersetzen. Eine Neubildung der Lieberkühn'schen Drüsen von dem Epithel der noch vorhandenen Drüsen oder von der Schleimhaut aus, ganz ebenso wie das letztere bei der erstmaligen Entwicklung zu Stande kam, muss doch als einzige Möglichkeit festgehalten werden. Für eine andere Art des Wiederersatzes der Lieberkühn'schen Drüsen spricht keine einzige Thatsache an den mir vorliegenden Objekten.

Doch muss ich noch auf eine Eigenthümlichkeit in dem Verhalten der Lieberkühn'schen Drüsen hinweisen, für die ich ebensowenig, wie für die erwähnte Neubildung eine Erklärung geben kann. In der Figur 8 der Tafel V sind Querschnitte der Drüsen gezeichnet, welche eine sehr verschiedene Grösse zeigen. An einzelnen Stellen der Schleimhaut, insbesondere dort, wo ein Leucocytenhaufen vorhanden war, begegnet man sehr kleinen Lieberkühn'schen Drüsen, an welchen ich am Querschnitt einen Kranz von 15—18 Cylinderzellen zählen konnte, während ich an grossen Drüsen

40—48 Cylinderzellen annähernd festzustellen im Stande war. Indem man im ersten Augenblick diese kleinen Lieberkühn'schen Drüsen für neu gebildete ansehen möchte, konnte ich über ihre Herkunft keinen Aufschluss erlangen. An keinem einzigen Präparat der Wurmfortsätze konnte ich Längsschnitte dieser Drüsen zur Anschauung bringen und bleibt mir daher ihre Abstammung und ihre Deutung unklar.

Ich zweifle nicht daran, dass wenn man eine genügend grosse Zahl von menschlichen Wurmfortsätzen gut conservirt zur Verfügung hätte, und, was ich besonders betonen möchte, lückenlose Serien von Querdurchschnitten herstellt, alle die berührten Fragen beantwortet werden könnten. Nach meinem Dafürhalten stellt der Wurmfortsatz ein besonders geeignetes Gebilde für das Studium aller Vorgänge, welche sich in dessen Schleimhaut bei den verschiedenen Verdauungsstadien abspielen, desshalb dar, weil derselbe mit seinem Inhalt unversehrt zur Conservirung und Untersuchung gelangen kann.

Beschreibung der Figuren auf Tafel V.

Figura I. Darstellung eines Abschnittes der Schleimhaut des Wurmfortsatzes vom Menschen, an welchem die Lieberkühn'schen Drüsen dicht gedrängt vorhanden sind. Der ganze Querschnitt des Processus vermiformis, von dem die Abbildung gewonnen wurde, lässt nur vier solitäre Follikel erkennen, während zwischen denselben eine grosse Zahl der Lieberkühn'schen Drüsen erhalten ist. Diese zeigen ganz normale Abstände voneinander.

Fig. II. Diese Figur ist einem Querschnitt eines Wurmfortsatzes entnommen, an welchem nur sehr wenige Lieberkühn'sche Drüsen sichtbar erscheinen. Die einzelnen noch erhaltenen Drüsendurchschnitte treten nur in der Nähe der Schleimhaut auf. Die Follikel 1., 2. und 3. erscheinen lang gestreckt und das helle Keimcentrum zeigt dieselbe längliche Form, wie der ganze Follikel. 4. Schiefe Abschnitte von drei Lieberkühn'schen Drüsen. 5. Eine lange Drüse, welche von zwei Follikeln umschlossen ist.

Fig. III. Querschnitt von einem Processus vermiformis, an welchem alle Schichten von der Muscularis propria bis zur freien Schleimhautfläche aufgenommen sind.

1. Muscularis propria des Processus vermiformis.

2. Submucosa, in welcher ein sich entwickelnder Follikel eingeschlossen ist. Derselbe befindet sich noch ausserhalb der Muscularis mucosae, welche sich bei normalem Verhalten die Mucosa von der Submucosa abgrenzt.

4. Die Lieberkühn'schen Drüsen grösstentheils quer durchschnitten

5. Freie Schleimhautfläche mit dem Cylinderepithel überkleidet.

6. Solitärer Follikel mit einem hellen Keimcentrum.

Fig. IV. Solitärfollikel bis zum Epithel der Schleimhaut vorgerückt.

1. Die Leucocyten erfüllen dichtgedrängt den ganzen Follikel und reichen bis zur Schleimhaut (2).

3. Umformung des Epithels der Schleimhaut zu einer niedrigen Zellenschichte, welche oben und unten in der Abbildung noch mit dem bekannten hohen Cylinderepithel der Schleimhaut kontinuirlich zusammenhängt.

4. Vereinzelt auftretende Lieberkühn'sche Drüsen.

5. Die an der Grenze des Follikels befindlichen Lieberkühn'schen Drüsen sind in der Umwandlung begriffen. Das Lumen an derselben ist nicht mehr sichtbar, obschon die Stelle, wo die Drüse war, noch scharfe Begrenzung zeigt.

Fig. V. Solitärfollikel, welcher auf die an ihn angrenzenden Lieberkühn'schen Drüsen verändernd einwirkt.

1. Lieberkühn'sche Drüsenquerschnitte, deren Beschaffenheit eine normale ist. Nur an einzelnen Stellen sind zwischen den Cylinderzellen wandernde Leucocyten sichtbar.

2. Reticuläre Bindesubstanz der Schleimhaut mit Kernen und spärlich eingelagerten Wanderzellen.

3. Solitärfollikel in der Vergrösserung begriffen.

4. An den Querschnitten der drei kleineren Lieberkühn'schen Drüsen sieht man, dass sich Veränderungen vollziehen, welche zunächst durch Lockerung der Drüsenzellen auffallen. Insbesondere ändert sich die Lage der Kerne in den Zellen an der dem Follikel zugewendeten Seite.

Fig. VI. Erste Figur links. 1. Querschnitt der Lieberkühn'schen Drüse, an welcher das Protoplasma der Cylinderzellen roth und die Kerne blau gefärbt sind.

2. Kerne der Tunica propria. Dieselben sind an der einen Drüsenabtheilung, an der die Kerne der Cylinderzellen ihre regelmässige Anordnung verloren haben, schon geschwunden.

3. Leucocyten in grösserer Zahl zwischen den Drüsenzellen vorgedrungen.

Fig. VI. Erste Figur links unten. Lieberkühn'sche Drüse, an welcher (1) die Kerne der Tunica propria erhalten sind, die Zellen (2) der Drüse von derselben losgelöst und bei der Zahl 3 eine unbestimmte Gruppe von Kernen aufgetreten ist. Das Lumen der Drüse ist noch erhalten und von dem Protoplasma der Zellen umringt, welche fast keine Abgrenzung von einander zeigen. Fig. VI. Zweite Figur rechts unten. An dieser Figur erkennt man noch die Grenzen der Drüse, allein das Lumen derselben ist verschwunden und treten schon die Eigenthümlichkeiten des Solitärfollikels auf.

Fig. VII. Solitärfollikel bei schwacher Vergrösserung. 1. Dichter dunkler Hof; 2. Helles Keimcentrum des Follikels 3 und 4, Veränderte Lieberkühn'sche Drüsen, von welchen einzelne ganz, andere zur Hälfte durch die Einwirkung des Solitärfollikels verändert sind.

Fig. VIII. Eine Gruppe von verschieden grossen Lieberkühn'schen Drüsen. 1. Grosse Drüsen quer durchschnitten, deren Ausführungsgang von vielen Zellen umringt ist. 2. Reticuläre Bindesubstanz, in welcher 3, kleine langgestreckte Drüsen mit einer geringeren Zahl von Cylinderzellen ausgekleidet sichtbar sind. Abgesehen von der Kleinheit dieser Drüsen, ist kein Unterschied von den grossen zu konstatiren.

Fig. I'

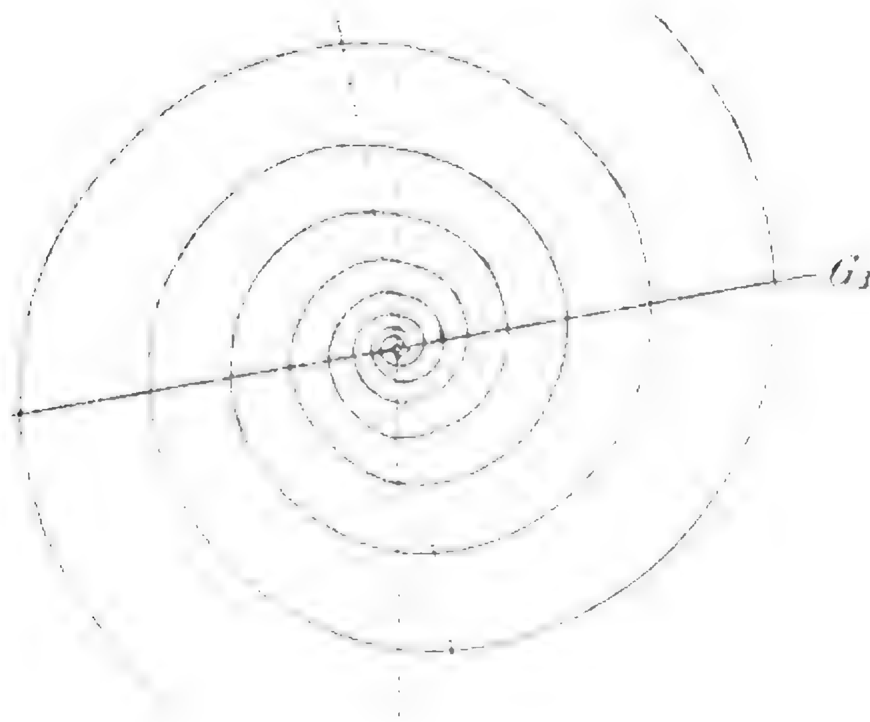
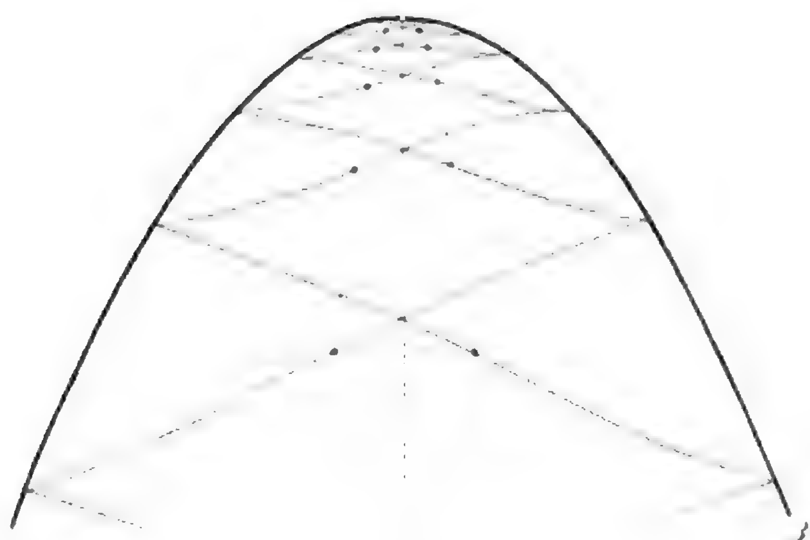


Fig. I.



Zur Abhandlung von W. Dyck.

Fig. II.'

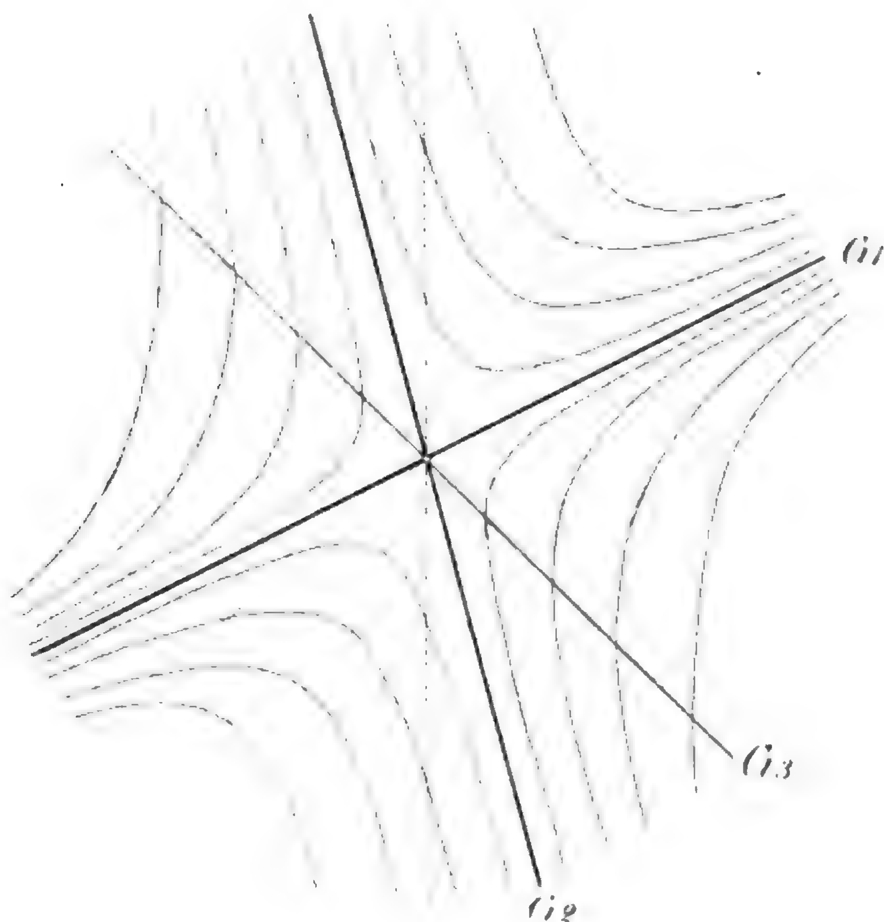


Fig. II.

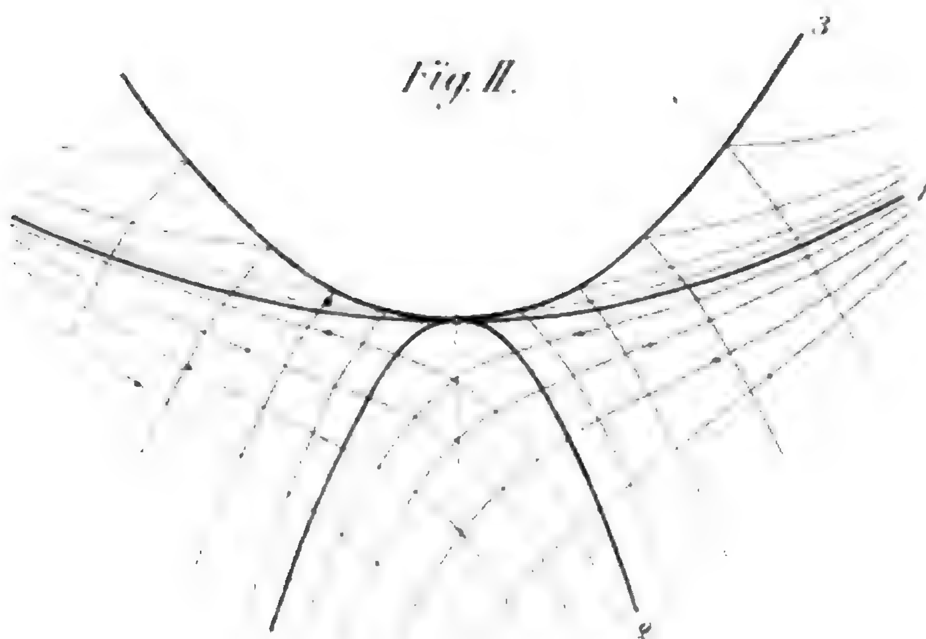


Fig. III.¹

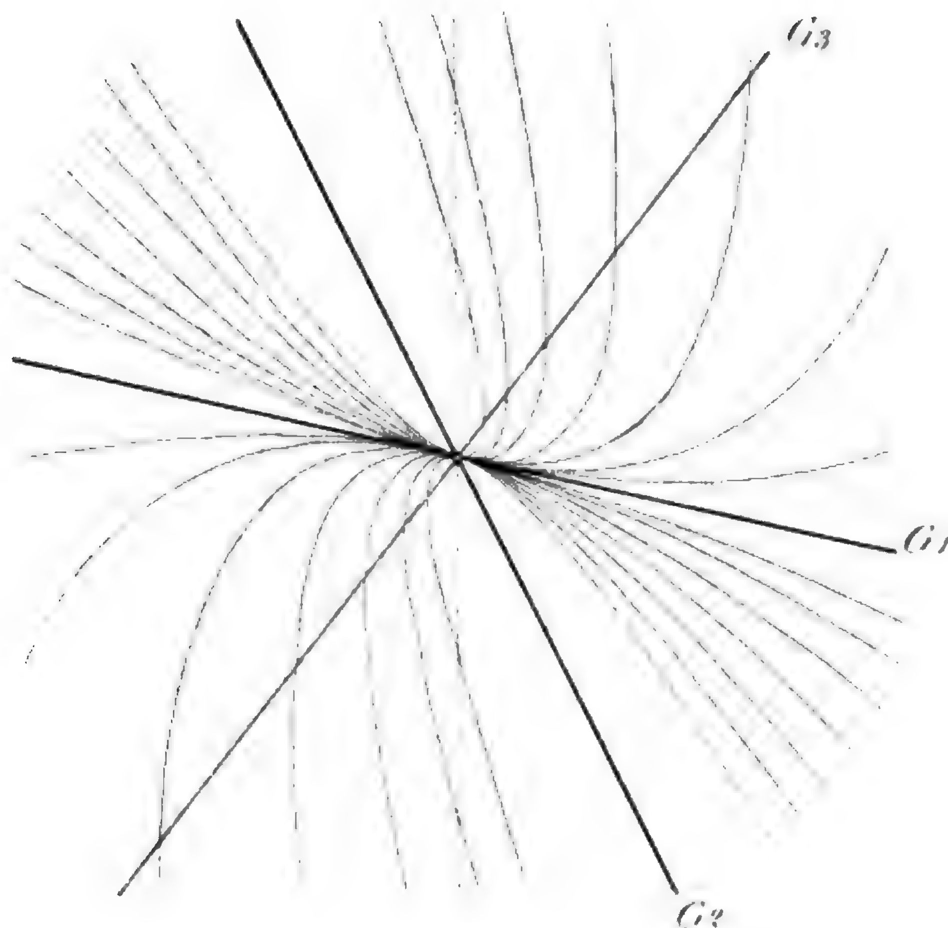
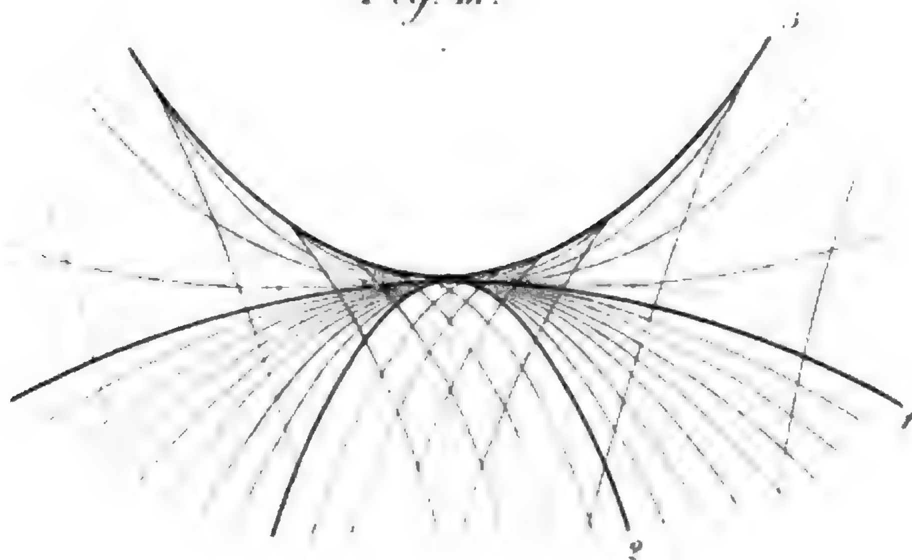


Fig. III.



Zur Abhandlung von W. Dyck.

Fig. IV.

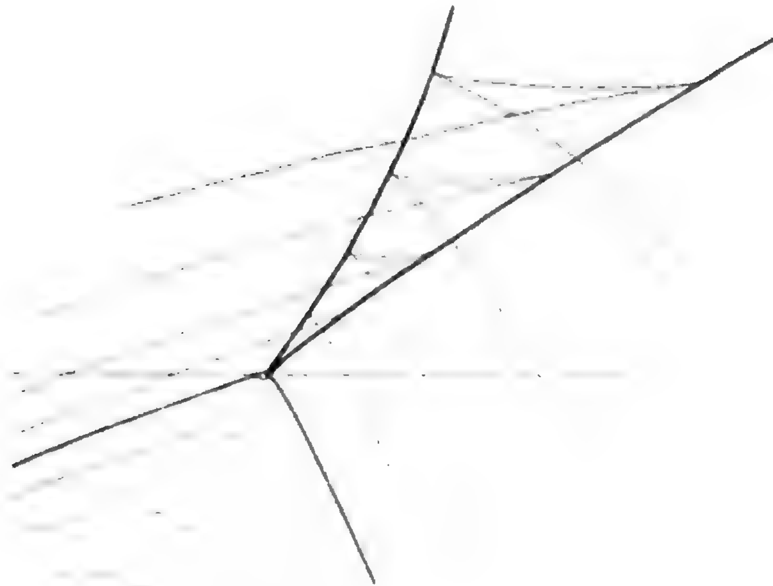
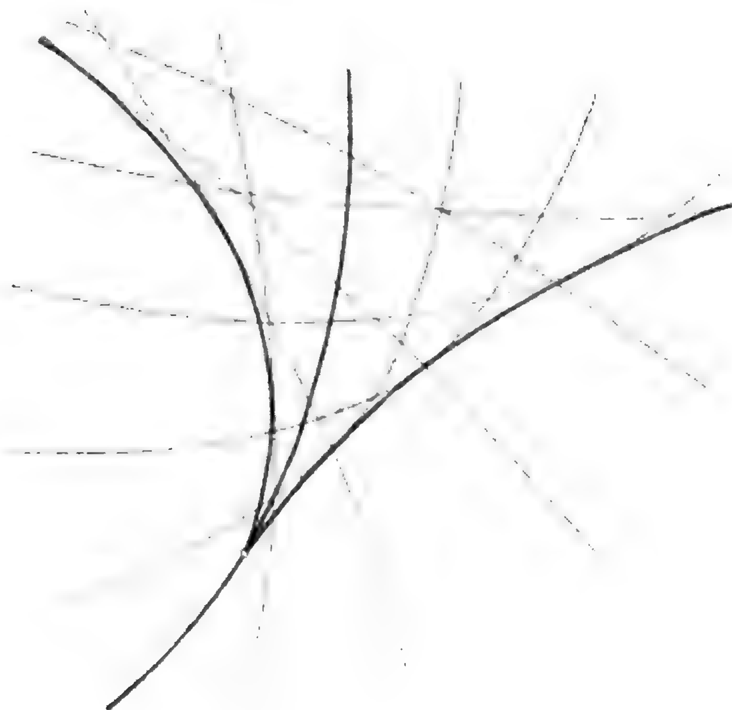


Fig. V.



Zur Abhandlung von W. Dyck.

Inhalt.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

Sitzung vom 3. Januar 1891.

Sitzung vom 7. Februar 1891.

Sitzung vom 7. März 1891.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1891. Heft II.

München.
Verlag der K. Akademie.
1891.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des 132. Stiftungstages

am 21. März 1891.

Die mathem.-physikal. Classe hat im verflossenen Jahre 5 Mitglieder durch den Tod verloren: das ordentliche Mitglied Dr. Franz Hessler, den Senior der Classe und der Akademie, dann aus der Reihe der auswärtigen Mitglieder: den französischen Geologen Edmond Hébert in Paris; aus der Reihe der correspondirenden Mitglieder: den Chemiker Heinrich Will in Giessen, den um die physiologische und landwirthschaftliche Chemie verdienten Forscher Wilhelm Henneberg in Göttingen und den russischen Reisenden und Geographen Peter von Tschichatscheff in Florenz.

Franz Hessler.

Im Jahre 1878 stellte sich dem damaligen Classensekretär, Herrn von Kobell, ein altmodisch, aber sorgfältig gekleideter Greis als der pensionirte kgl. bayer. Bezirksarzt Dr. Franz Hessler aus Wemding vor, mit der Angabe, er wäre auswärtiges Mitglied unserer Akademie und träte bei seiner

Uebersiedelung nach München statutengemäss als ordentliches Mitglied der math.-physikal. Classe ein. Herr v. Kobell, dem der Name und die Verdienste Hessler's gänzlich unbekannt waren, erfuhr in der That aus den Akten, dass Franz Hessler schon im Jahre 1848 auf Vorschlag Walther's zum correspondirenden und im Jahre 1852 auf Vorschlag der Herren Ringseis und Martius zum auswärtigen Mitgliede der Akademie wegen seiner Verdienste um die Kenntniss der altindischen Medizin erwählt worden war.

Es ist wahrlich ein seltenes Vorkommen, dass ein vielbeschäftigter Arzt das Interesse besitzt und die Zeit sich abringt, um eine Sprache, die damals nur Wenige beherrschten, sich anzueignen und in jahrelanger Arbeit die merkwürdigen Aufzeichnungen einer der ältesten Heilkunden der ärztlichen Wissenschaft zugänglich zu machen. Vor 50 Jahren war es zwar noch ziemlich häufig der Fall, dass der Arzt sich mit irgend einem Zweige der Naturwissenschaft, namentlich der beschreibenden, eingehend beschäftigte und an der Erforschung der Flora und Fauna seines Wohnortes sich betheiligte; auch das ist bei der eigenartigen Entwicklung der Medizin, welche immer mehr Special-Kenntnisse und Fertigkeiten von ihren Jüngern verlangt, jedoch unbegreiflicher und unheilvoller Weise im deutschen Reiche trotzdem weniger Zeit zum Studium beansprucht wie früher, kaum mehr möglich; die Zeichen deuten aber auch schon jetzt darauf hin, dass diese expansive Ausbildung auf Kosten der Tiefe derselben geschieht und das vorzüglich aus den Naturwissenschaften gewonnene Verständniss der Vorgänge sowie die feine Beobachtungsgabe des alten Arztes dabei verloren geht.

Das äussere Leben Franz Hessler's verlief in der einfachsten Weise.

Er wurde zu Krombach bei Aschaffenburg am 13. Oktober des Jahres 1798 als der Sohn schlichter Bauersleute geboren. Nachdem er das Gymnasium zu Aschaffenburg mit

Auszeichnung absolvirt hatte, bezog er zuerst die Universität Würzburg, begab sich aber bald von da nach Heidelberg, um unter Leitung des Professors Creuzer während der Jahre 1823 und 1824 Philologie zu studiren, wodurch er den Grund zu seiner Kenntniss des Sanskrit legte. Nach Würzburg zurückgekehrt, wurde er jedoch der Philologie aus mir unbekannt gebliebenen Gründen untreu und begann Naturwissenschaften und Medizin zu treiben, auf welche er 6 Jahre verwendete. Nach rühmlich erlangtem Doktorgrade der Philosophie und der Medizin fungirte er in Würzburg während zwei Jahren als Assistenzarzt an der städtischen ambulanten Klinik unter Fend und Ruland, und bestand dann die damalige Prüfung für den gerichtsärztlichen Staatsdienst sowie die sogenannte Proberelation bei der Prüfungskommission in Bamberg mit der Note der Eminenz. Darauf bekleidete er während 2 Jahren die Stelle als Leibarzt bei dem in Deutschland reisenden russischen Grafen Wielhorsky, bis er im Jahre 1833 als kgl. Landgerichtsarzt in Miesbach angestellt wurde. Auf seine Bitte wurde er von da in gleicher Eigenschaft nach dem kleinen Badestädtchen Wemding im Ries versetzt, woselbst er 28 Jahre hindurch (bis 1862) die medizinische Praxis in allen Zweigen der Arzneikunde ausübte und zugleich als Badearzt thätig war.

Hier in der Abgeschiedenheit von dem Treiben der Welt entstand das Werk, welches seinen Namen über seinen Wirkungskreis als Arzt bekannt machen sollte. Er übersetzte den Ayurveda d. i. das Lehrbuch der Heilkunde des Suṣruta aus dem Sanskrit in's Lateinische in 3 Bänden und 2 Kommentar-Fascikeln, welche mühsame Arbeit einen Zeitaufwand von 20 Jahren in Anspruch nahm.

Von Wemding wurde er im Jahre 1862 als Bezirksarzt nach dem oberbayerischen Markte Geisenfeld versetzt, in welchem er 11 Jahre wirkte, bis er 1873 im Alter von 75 Jahren in den erbetenen Ruhestand, unter Anerkennung

seiner langjährigen treu und eifrig geleisteten erspriesslichen Dienste als Amtsarzt, trat. Trotzdem war er noch 5 Jahre hindurch in Wemding, auf wiederholtes dringendes Ansuchen des Magistrates, als Arzt thätig, übersiedelte aber dann 1873 nach München, um seine letzten Lebensjahre in ausschliesslicher Beschäftigung mit seiner Lieblingswissenschaft zu verbringen.

Schon frühe scheint Hessler bei seinen Sanskritstudien auf die altindische Medizin aufmerksam geworden zu sein. Seiner Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophie lag zwar noch ein rein philologisches Thema zu Grunde; sie hatte den Titel: „de antiqua inter Alexandrinos quae viguit Philologiae indole (1827)"; aber die medizinische Doktordissertation: „de antiquorum Hindorum Medicina et scientiis physicis, quae in Sanscritis operibus exstant (Wirceburgi 1830)" hatte ihn auf das Gebiet geführt, welches ihn sein ganzes Leben fesselte. Diese Arbeit brachte ihn auf die Ayurvedas des Susṛutas, eines der ältesten Denkmale der Medizin der Indier, deren Uebersetzung er neben den vielen amtlichen Geschäften und der grossen ärztlichen Praxis im Stillen aufnahm und förderte. So erschien im Jahre 1844 der erste Band von „Susṛutas Ayurvédas; id est Medicinae systema à venerabile D'Hanvantare demonstratum, a Susṛuta disipulo compositum. Nunc primum ex Sanskrita in Latinum sermonem vertit, introductionem, annotationes et rerum indicem adjecit Dr. Franciscus Hessler". Im Jahre 1847 folgte der zweite, 1850 der dritte Band, und endlich 1852 und 1855 die zwei Bände: „Commentarii et adnotationes in Susṛutae Ayurvedam", welche den Schluss des grossen Werkes bildeten.

In den Gelehrten Anzeigen der Akademie vom Jahre 1853 erstattete er einen zusammenfassenden Bericht über den Ayurveda des Susṛutas.

In den Sitzungen der math.-physikal. Classe der Aka-

demie, in denen er, nach seiner Uebersiedelung nach München, regelmässig erschien und an denen er regen Antheil nahm, trug er noch eine Anzahl von Studien über die altindische Naturwissenschaft und Medizin vor, welche in den Sitzungsberichten veröffentlicht worden sind.[1])

Das mühevolle Werk Hessler's fand bei den Philologen von Fach keine günstige, ja zum Theil eine recht herbe Beurtheilung. Sein Fleiss und das Verdienstliche seines Unternehmens wurden zwar anerkannt, auch nicht bestritten, dass er genügend Sanskrit verstand und das Meiste im Suṣruta und den anderen indischen Schriftstellern richtig und zutreffend übersetzte, aber es werden doch vielfache Verstösse der lateinischen Uebersetzung getadelt und namentlich hervorgehoben, dass er von der indischen Philologie wie von philologischer Kritik überhaupt nur sehr schwache Begriffe gehabt habe. Es wäre ja gewiss besser gewesen, wenn Hessler in sprachlicher und literargeschichtlicher Beziehung durchgebildet gewesen wäre und eine strenge Schulung durchgemacht hätte, und wenn er ferner die früheren englischen Schriften über indische Medizin berücksichtiget hätte. Er besass eben alle die Fehler eines Autodidakten, der ganz unbekümmert um die Arbeiten Anderer und ohne Fühlung mit den Stätten der Wissenschaft sich in seine Aufgabe versenkt. Auch steht es wohl fest, dass Hessler das Alter des Systems der Medizin im Suṣrata weit überschätzt hat, wie von mehrfacher Seite und namentlich auch, nach den Akten der Akademie, von

1) Es sind dies:

1883: über die Materia medica des ältesten indischen Arztes Tscharaka.

1884: über Entwicklung und System der Natur nach Gangadhara, den Scholiasten des Tscharaka.

1887: über Naturgeschichte der alten Inder.

1888: Beiträge zur Naturphilosophie der alten Hindu.

1889: generelle Uebersicht der Heilmittel in dem Ayurveda des Suṣrutas.

unserem berühmten verstorbenen Collegen, dem Orientalisten Markus Josef Müller, auf das Entschiedenste betont wurde. Es würde allerdings die Geschichte der Medizin eine neue Grundlage erhalten haben, wenn der Suṣruta das hohe Alter gehabt hätte und die Quelle der europäischen Medizin gewesen wäre, wie Hessler meinte; aber seine angeblichen Beweise liessen sich leicht widerlegen und als grundlose Annahmen erkennen.

Trotz alledem muss man andererseits bedenken, dass Hessler mit seiner Uebersetzung nicht der Philologie, sondern vorzugsweise der Medizin dienen wollte, indem er der ärztlichen Wissenschaft die altindischen Anschauungen über die Erkrankungen und die Heilmittel zu erschliessen bestrebt war. Und dass man hierin ihm zu grossem Danke verpflichtet ist, das ist keinem Zweifel unterworfen, wenn auch die Philologie von seinen Arbeiten keinen Gewinn gehabt hat und wenn auch die an die Uebersetzung des Suṣruta sich anknüpfende eigentlich wissenschaftliche Thätigkeit, durch welche dem Buche seine wahre Stelle in der Wissenschaft hätte angewiesen werden sollen, eine misslungene ist.

Man braucht zu dem Zwecke nur den Eindruck, welchen die Kenntniss des Ayurveda des Suṣruta auf einen der ersten Kenner der Geschichte der Medizin, auf H. Haeser, gemacht hat, sich zu vergegenwärtigen. Obwohl Haeser ebenfalls gegen Hessler geltend machte, dass die in der Sanskrit-Sprache verfassten medizinischen Schriften wahrscheinlich nicht früher als kurz vor dem Anfange der christlichen Zeitrechnung niedergeschrieben worden sind, so hält er doch den Ayurveda für das wichtigste der vielen noch vorhandenen medizinischen Sanskritwerke. Er berichtet aus Hessler's Werk ausführlich in seinem Lehrbuch der Geschichte der Medizin über die darin niedergelegte staunenerregende Masse von medizinischen Beobachtungen und Erfahrungen, zu deren Sammlung sicherlich Jahrhunderte nöthig gewesen

seien. Wir lernten daraus, dass in Indien damals eine eigentlich wissenschaftliche Heilkunde noch nicht bestand, da ihr vor Allem die Grundlage jeder wissenschaftlichen Medizin, nämlich die Kenntniss des Baues und der Verrichtungen des Körpers, gänzlich mangelte; nur diejenigen Fächer der Medizin, welche sich bis zu einem gewissen Grade rein empirisch zu entwickeln vermögen wie die Chirurgie und die Geburtshilfe, waren zu einem überraschend hohen Grade der Ausbildung gediehen.

Das unbestreitbare Verdienst Hessler's, uns ein wichtiges Gebiet der ältesten Geschichte der Heilkunde zugänglich gemacht zu haben, hat offenbar die einsichtigen und bedeutenden Aerzte Walther und Ringseis, von denen der Erstere wegen seiner Verdienste um die Physiologie, namentlich durch Einführung der allgemeinen Anatomie in Deutschland in seinem geistreich geschriebenen Lehrbuch der Physiologie, der Letztere wegen seiner Verdienste um die mineralogische Sammlung Aufnahme in unsere Akademie gefunden hatten, veranlasst, Hessler zum Mitgliede der Akademie vorzuschlagen. Auch hat der hiesige ärztliche Verein Hessler aus dem gleichen Grunde zu seinem Ehrenmitgliede erwählt.

Hessler war eine stille bescheidene Natur, freundlich und liebenswürdig, voll edler Begeisterung für die Wissenschaft. Im März des vorigen Jahres wohnte der 91 jährige würdige Greis noch mit aller Aufmerksamkeit der Festsitzung der Akademie an. Im Monat Juni wurden wir durch die Nachricht überrascht und schmerzlichst berührt, dass unser College am 15. Juni ohne vorausgegangene Krankheit gestorben sei und bereits auf dem Friedhofe zu Haidhausen sein Grab gefunden habe. Ohne das Geleite trauernder Angehöriger und Freunde ist er in den Schooss der Erde versenkt worden. Er war nach dem Tode seiner Lebensgefährtin fast ganz vereinsamt und lebte ohne weiteren Umgang in seiner der Stadt fern liegenden Wohnung in der Bogen-

hausener Strasse. Die letzten Jahre seines Lebens waren noch durch schwere Nahrungssorgen getrübt, da er fast sein ganzes durch mühselige Arbeit errungenes kleines Vermögen ohne sein Verschulden verloren hatte. Die Mitglieder der math.-physikal. Classe erwarben seine Grabstätte und liessen daselbst zu seinem Andenken einen einfachen Stein setzen.

Wir werden des braven Mannes, der der Wissenschaft nach Kräften zu dienen suchte, gerne gedenken; sein Name wird mit der Geschichte der Medizin dauernd verknüpft bleiben.

Edmond Hébert.

Am 4. April 1890 starb im Alter von 78 Jahren zu Paris der Geologe Edmond Hébert. Derselbe nahm durch seine umfassenden Kenntnisse und seinen kritischen Blick einen der ersten Plätze unter den Geologen seiner Zeit ein und galt als das Haupt der französischen geologischen Schule. Während Daubrée die experimentelle und dynamische Geologie in Frankreich vertrat, Delesse in der chemischen und kartographischen Richtung besonders hervorragte, war Hébert in seinem Vaterlande unbestritten als der erste Vertreter der stratigraphischen, paläontologischen und historischen Richtung in dieser Wissenschaft anerkannt. Es gibt in der That kaum eine wichtige Frage auf diesem Gebiete der Gliederung der Schichten der Erdrinde und ihrer Verbreitung, an deren Lösung er sich in seiner langjährigen wissenschaftlichen Thätigkeit nicht mehr oder weniger erfolgreich betheiliget hätte.

Hébert wurde im Jahre 1812 zu Villefargeau, einem Dorfe in der Nähe von Auxerre im Departement Yonne geboren, woselbst sein Vater, ein alter Soldat der Republik und des Kaiserreichs, Pächter eines Landgutes war. Die ersten Studien machte er in der öffentlichen Schule zu Auxerre mit solchem Erfolge, dass man ihn für eine gelehrte Laufbahn und zum Eintritte in die Ecole normale in Paris be-

stimmte. Während er sich zum Eintritte in diese Schule vorbereitete, musste er sich vorerst die hiezu nöthigen Mittel selbst erwerben; er gab daher als 18jähriger Jüngling nach seiner Ankunft in Paris in einer Pension Unterricht im Lateinischen und war dann in einem Institute als Studienaufseher verwendet. Es gelang ihm endlich im Jahre 1833 in die Ecole normale superieure aufgenommen zu werden, in der er, auf's Fleissigste seine Zeit benützend, drei Jahre verblieb. Gleich nach seinem Abgange von dieser Schule erhielt er einen Posten als Lehrer der Physik in der höheren Lehranstalt zu Meaux, wo er sich durch seinen Eifer und sein ruhiges, bestimmtes Wesen so sehr auszeichnete, dass er nach 2 Jahren (1838) an die Ecole normale als Aufsichtslehrer zur Ueberwachung der Disciplin und der Studien der Schüler zurückgerufen wurde. Bis zum Jahre 1857, also volle 19 Jahre, verblieb er in dieser untergeordneten Stellung.

Bei seinen eigenen Studien hatte er sich anfangs vorzüglich mit physikalischen Problemen beschäftiget. Da ihm aber die sitzende Lebensweise nicht zusagte, so unternahm er Ausflüge in die schöne Umgebung von Paris, bei welchen er sich für die Geologie zu interessiren begann, der er sich von 1840 an ausschliesslich widmete. Durch diese Exkursionen, denen sich die Schüler anschlossen, brachte er nach und nach eine ansehnliche Sammlung von Versteinerungen und Mineralien zusammen, welche er von stratigraphischen Gesichtspunkten aus ordnete. Diese Sammlung diente nicht nur zu seiner eigenen Ausbildung in der Geologie, sondern auch zur Belehrung und zu Arbeiten der Schüler; es waren dies die ersten Anfänge der später für die geologischen Studien in Frankreich so erfolgreich gewordenen Schule Hébert's.

Durch die Thätigkeit als Aufsichtslehrer fand Hébert nicht die Zeit eine Doktordissertation zu verfassen; erst 1857 vertheidigte er seine Thesen mit der bemerkenswerthen Abhandlung: „sur la faune des premiers sédiments tertiaires“.

Noch in demselben Jahre wurde er, hauptsächlich in Folge der allgemeinen Anerkennung einer im Jahre 1856 erschienenen Schrift, auf welche wir nachher noch zurückkommen werden, mit den Vorlesungen über Geologie an der Sorbonne betraut und dann mit dem Titel eines Professors der Geologie an derselben an Stelle des verstorbenen Constant Prévost von dem Minister des öffentlichen Unterrichtes angestellt und zwar gegen den Vorschlag der Fakultät, welche sich für Herrn d'Archiac, Mitglied des Institutes, entschieden hatte.

An der Sorbonne gründete Hébert alsbald eine neue Anstalt für Geologie, welche von Anfang an von einer beträchtlichen Anzahl von Schülern besucht war. So entstand seine grosse Schule für Geologie, in der er über 20 Jahre durch seine Vorlesungen, die Arbeiten in der Sammlung und die Exkursionen wirkte. Er besass die richtige Art des Lehrens, indem er seinen Schülern am Objekte zeigte, wie man beobachten müsse und sie bei seinen eigenen Arbeiten mitwirken liess. In liebevollster Weise nahm er Jeden, der es ernstlich mit der Wissenschaft meinte, auf; er wusste alle durch die fesselnden Mittheilungen aus seinem reichen Wissen für die Wissenschaft zu begeistern und zu selbständigen Arbeiten anzuleiten. Auf diese Art gingen viele treffliche Abhandlungen aus allen Theilen der Geologie aus seiner Anstalt hervor; seine Schüler sind jetzt die Lehrer geworden, und es sind fast alle Lehrstühle der Geologie an den Fakultäten Frankreichs von ihnen besetzt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten Hébert's sind höchst bedeutende, namentlich auf dem Gebiete der Stratigraphie.

In der ersten Hälfte seiner wissenschaftlichen Thätigkeit beschränkte er sich mit der Erforschung des für die Geologie so merkwürdigen Beckens von Paris, dessen sekundäre, tertiäre und quartäre Bildungen er untersuchte.

Seine ersten Publikationen stammen aus den Jahren 1845 und 1847. In denselben hatte Hébert, namentlich in der Ab-

handlung: Note sur le calcaire pisalithe, bereits auf die Wichtigkeit eines Schichtencomplexes hingewiesen, welcher bis dahin völlig verkannt worden war und eine Stellung zwischen den cretacischen und den alttertiären Schichten einnehmen sollte, von ihm jedoch der cretacischen Gesteinsreihe (der Kreide) zugerechnet wurde. Er zeigte mit Herrn de Mercey, dass die Kreideformation des Beckens von Paris trotz ihrer scheinbaren Continuität doch aus einer Anzahl von verschiedenen Schichten besteht, von denen jede ihre besonderen, ihr zukommenden Versteinerungen, namentlich die vorher nicht gekannten verschiedenen Arten des Echinodermengenus Micraster, einschliesst. Er hat diese letzteren Formen später bis nach England und Böhmen verfolgt und auch die Analogien der cretacischen Schichten von Mauleon und Gensac mit denen von Mastricht erkannt.

Seine folgenden Untersuchungen befassten sich zunächst mit der Feststellung des Verhältnisses der sogenannten unteren Miocänbildungen der jüngeren Tertiärzeit zu den Eocänablagerungen der älteren Tertiärzeit. Es ist ein ganz wesentliches Verdienst Hébert's, durch minutiöse Beobachtung des Details das Pariser Tertiärbecken in Bezug auf diese Gebilde vollständig in's Klare gestellt zu haben.

Ueber die Juraformation des Beckens von Paris machte Hébert eine grosse Anzahl von Erfahrungen, welche in einer massgebenden Arbeit: les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, terrain jurassique (1856) zusammengefasst sind; in derselben konnte er, im Anschlusse an die in Frankreich herrschenden Ideen der Gebirgshebungen, die zur Jurazeit eingetretenen Schwankungen im Meeresniveau durch eingehende Beobachtungen nachweisen.

Daran schliessen sich mehrere geistreiche und interessante Arbeiten an, in welchen Hébert die Veränderung der Oberfläche und der Bildungsmeere in verschiedenen Perioden bis in die Neuzeit verfolgte. So suchte er zu zeigen, dass die

Sevennen, sowie die subalpine Region und die Provence erst nach der Ablagerung des jurassischen Korallenkalkes erhoben worden sind und ein Festland wurden, über welches der obere Jura sich nicht ablagern konnte. Es knüpfte sich daran ein heftiger Streit mit den Anhängern der Annahme, dass das „Corallien" nur eine Faciesbildung sei, welche sich allmählich von den Oxfordschichten bis zu den Portlandschichten entwickelt hat.

Ausserdem war Hébert unermüdlich thätig, die Unterscheidung und Feststellung der verschiedenen Unterabtheilungen in den cretacischen und tertiären Schichtenreihen immer exakter zu begründen. In dieser Richtung ist eine vortreffliche Arbeit: nouvelles observations relatives au calcaire à Lophiodon de Provins (1862) hervorzuheben.

Bei seinen Studien über die cretacischen und tertiären Schichten in Bezug auf deren feinere Gliederung und vergleichende Altersbeziehungen zu analogen Bildungen ausserhalb des Beckens von Paris und ausserhalb Frankreichs gerieth er bezüglich der Auffassung der Verhältnisse bei der südfranzösischen Kreide in eine leidenschaftlich geführte Controverse mit dem kundigen Marseiller Geologen Coquand und mit dem Grafen d'Archiac, ein Streit, der indess doch für die Klärung der bestrittenen Frage und für die Wissenschaft selbst nicht ohne Früchte blieb.

In ähnlicher Weise heftig wendete sich später Hébert in Bezug auf die sogenannte tithonische Frage gegen die in Deutschland herrschende Ansicht, namentlich in der Abhandlung: sur les limites de la période jurassique et de la période cretacé et specialement sur le calcaire à Terebratules diphya. Unser leider so früh verstorbener unvergesslicher College Oppel hatte als ganz junger Gelehrter die marine Zwischenbildung zwischen der jüngsten Jura- und der ältesten Kreideformation, die sogenannte tithonische Stufe, aufgefunden, und es wurde lebhaft darüber gestritten, ob diese tithonische

Stufe zum Jura oder zur Kreide zu rechnen sei. Die Münchener Schule vertrat dabei die Anschauung, dass die tithonischen Schichten die Facies der Portlandstufe und der Kimmeridstufe repräsentiren, während die Korallenriffe nur eine seitliche Facies darstellen. Später war auch College Zittel durch seine ausgedehnten Studien über die Fauna der sogenannten Klippenkalke der Karpathen lebhaft an der Angelegenheit im Sinne Oppel's betheiliget. Hébert dagegen glaubte, dass die tithonischen Schichten zu den jüngeren d. h. cretacischen Schichten gehören, welche er das „Infranéccomien" nannte; dieselben wären nach ihm in den Vertiefungen, deren Ufer die Schichten von Terebratula Moravica gebildet haben, abgelagert. Durch beschwerliche Reisen in die Karpathen, die Alpen und die Sevennen suchte er die Beweise für seine Anschauung zu gewinnen. Obwohl er nach dem allgemeinen Urtheil von deutscher Waffe besiegt wurde, muss man doch seinen Eifer und seinen Scharfsinn in Vertheidigung seiner Ansicht bewundern.

Auch in die wichtige Frage über die Abgrenzung der Schichten zwischen dem Keuper der Triasformation und der unteren Abtheilung der Juraformation, dem schwarzen Jura oder dem Lias, griff Hébert durch seine Untersuchungen im südlichen Schweden und durch seine Abhandlung: recherches sur l'âge des grès d'Helsinborg, suivies des quelques aperçus sur le grès de Hör (1869) für die Wissenschaft fördernd ein.

An seine früheren, vorher erwähnten Arbeiten über die Schwankungen der Erdrinde während der Jurazeit, dann innerhalb der quartären und rezenten Periode, schliesst sich ein späterer, sehr interessanter Nachweis an, welcher sich auf dasselbe Thema für die Kreideformation in Nordfrankreich bezieht und in seiner Abhandlung: „Ondulation de la craie du Nord de France (1875)" enthalten ist.

Hébert's Untersuchungen über die Thierwelt des paläolithischen Zeitalters sind sehr zahlreich und zum Theil von

grosser Tragweite. Bei seinen Reisen in der Bretagne und in der Normandie sowie in der Halbinsel Cotentin stellte er das Vorkommen einer neuen Schicht zwischen dem Gneiss und dem „Cambrien“, die er „Archéen“ nannte, fest; dasselbe hat die gleiche stratigraphische Lage wie das sogenannte „Huronien“ in Canada. In den Ardennen fand er in dem Schichtencomplexe zwischen Urschiefer und Steinkohlenformation, zu welchem die ältere silurische und die jüngere devonische Formation gehören, in der letzteren die Ablagerungen von „Gédinien“, welche bis dahin zu der silurischen Formation gezählt wurden.

In der letzten Zeit seines Lebens hat Hébert von Neuem vorzugsweise den Tertiärbildungen, an denen das Becken von Paris so reich ist, seine Aufmerksamkeit zugewendet, wie die vergleichende Studie: „recherches sur le terrain tertiaire de l'Europe meridionale“ zeigt. In Gemeinschaft mit einem seiner besten Schüler, Munier-Chalmas, bereiste er die Südalpen, Norditalien und Ungarn, um die Tertiärformation dieser Länder mit der von Paris zu vergleichen; es ergab sich daraus das Material zu einer seiner bedeutendsten Publikationen: „nouvelles recherches du Vicentin (1878)“. Ein äusserst sorgfältig durchgeführtes vergleichendes Schichtenprofil der südalpinen Tertiärgebilde mit einer prachtvollen Sammlung von zahlreichen Belegstücken erregte in der Pariser Ausstellung vom Jahre 1873 die Bewunderung aller Sachverständigen. Indem er die stratigraphischen Beziehungen aller dieser Horizonte unter sich feststellte, führte er die Bezeichnung der seitlichen Facies für das tertiäre Terrain ein. Er that dar, dass die Süsswasserschichten von Champigny das Aequivalent von Gypse und die kalkigen Süsswasserschichten von Provins die marinen Schichten des oberen Grobkalkes repräsentiren. Indem er die Ausbreitung der Schichten des Pariser Beckens verfolgte, erkannte er, dass zur tongrischen Zeit sich das Meer einstens bis nach England,

Belgien, in den Norden von Europa, in's Rheinthal bis nach Basel, in die Normandie und in's Rhonebecken bis nach Südfrankreich erstreckte.

Als Hébert seine Arbeiten begann, rangen zwei Anschauungen über die Entstehung der Gebirge mit einander: die Eine liess sie aus gewaltsamen Erhebungen hervorgehen, die Andere dagegen, welche Hébert theilte, aus langsamen Veränderungen. Er gerieth darüber in einen erbitterten Streit mit dem berühmtesten der älteren Geologen Frankreichs, mit Elie de Beaumont; ebenso über die Zugehörigkeit der Nummuliten zur Tertiärformation, über die Gletschertheorien und über die Existenz des Menschen in der Quartärzeit.

Es ist ferner als ein nicht zu unterschätzendes Verdienst Hébert's hervorzuheben, dass er zu den verhältnissmässig wenigen Geologen seines Vaterlandes gehörte, welche es wagten, der in Frankreich lange Zeit herrschenden, so zu sagen, offiziellen Geologie, welche zum Nachtheil einer gesunden und freien Entwickelung der Wissenschaft von den Mitgliedern des Corps des Mines fast als ausschliessliche Domaine beansprucht und von Elie de Beaumont als Alleinherrscher dirigirt wurde, entgegen zu treten.

Hébert versuchte auch mit einigen wenigen Gesinnungsgenossen einen Verein zu bilden, um den von Elie de Beaumont's Einfluss völlig abhängigen offiziellen geologischen Karten andere nach freieren Prinzipien entworfene entgegenzustellen. Er emancipirte sich noch in anderer Weise durch die Gründung einer selbständigen Zeitschrift in Verbindung mit Milne-Edwards, dem Vertreter der Paläontologie: den Annales des sciences géologiques, welche seit dem Jahre 1869 bestehen.

In allen seinen Werken erkennt man den sorgfältigen Beobachter und scharfen Diagnostiker, welcher sich nicht darauf beschränkt einfach die Thatsachen zu sammeln, sondern es auch versteht, diese zu weitergehenden Schlüssen geistreich und erfolgreich zu verwerthen.

Seine stratigraphischen Arbeiten haben sich nicht nur nützlich für die Wissenschaft erwiesen, sie fanden auch alsbaldige Verwerthung für das Aufsuchen der Mineralschätze des Landes, für die Bohrung von Mineralquellen, die Anlage der Eisenbahnen und der Tunnels; für die dereinstige Herstellung eines Tunnels unter dem Aermelkanale wird die Beachtung seiner Unteretagen in der Kreide von grossem Nutzen sein.

Den Verdiensten Hébert's entsprechend waren auch die äusseren Ehren, die ihm zu Theil wurden. Er war seit dem Jahre 1877 Mitglied des Instituts von Frankreich, ebenso Mitglied der Akademie der Wissenschaften in der Sektion für Mineralogie; 1878 wurde er durch Akklamation zum Präsidenten des in Paris tagenden internationalen geologischen Congresses gewählt; drei Male war er Präsident der geologischen Gesellschaft von Frankreich; zwei Male, 1886 und 1889, übertrugen ihm seine Collegen von der Fakultät das Amt eines Dekans.

Mit ihm ist einer der hervorragendsten Gelehrten, der sein Leben ganz im Dienste der Wissenschaft verbrachte, dahin gegangen.[1])

Heinrich Will.

Heinrich Will hat sich um die Entwicklung der Chemie grosse Verdienste erworben, sowohl durch seine bedeutenden wissenschaftlichen Arbeiten als auch namentlich durch seine unermüdliche und erfolgreiche Thätigkeit als Lehrer im Laboratorium. Er war einer der Wenigen, welche die wunderbare Zeit im Liebig'schen Laboratorium zu Giessen noch erlebt haben, durch das unstreitig der Grund zu der heutigen Blüthe der Chemie in Deutschland gelegt wurde.

---

1) Mit Benützung von J. Bergeron, Revue générale des sciences, 1890 No. 7 p. 223, und Discours prononcés sur la tombe de M. Edmond Hébert.

Will wurde am 8. Dezember 1812 in dem schön gelegenen Städtchen Weinheim an der Bergstrasse geboren. Nach dem frühen Tode des Vaters nahm der Direktor der Lateinschule zu Weinheim, Hofrath Grimm, den aufgeweckten Knaben in sein Haus auf und sorgte in väterlicher Weise für dessen Erziehung. Nach Absolvirung der Lateinschule entschied sich Will für das Fach der Pharmazie; er trat als Lehrling in eine Apotheke des badischen Städtchens Gernsbach ein und war darnach Gehilfe in verschiedenen Apotheken Badens, zuletzt in Heidelberg. Er zeigte sich dabei als einen höchst fleissigen und geschickten Arbeiter, der zugleich Liebe zur Wissenschaft und ein höheres Streben besass. Er benützte daher den Aufenthalt in Heidelberg (1834), um an der Universität Vorlesungen zu besuchen und sich, namentlich in der Chemie, weiter auszubilden.

Dadurch erregte er die Aufmerksamkeit des damaligen Vertreters der Pharmazie an der Universität, des vortrefflichen Lorenz Geiger, der den eifrigen Studenten als Assistent aufnahm. Nach dem im Jahre 1836 erfolgten Tode Geiger's war der berühmte Chemiker Leopold Gmelin erfreut, eine so tüchtige Kraft als Gehilfen gewinnen zu können; aber er sollte nur kurze Zeit in seiner neuen Stellung bleiben. Liebig hatte bekanntlich mit Geiger die verbreiteten Annalen der Pharmazie herausgegeben, welche er nach dem Tode des letzteren allein fortführen musste. Da nun Will bei der Redaktion der Annalen sich Geiger als höchst nützlich erwiesen hatte, so suchte ihn Liebig nach Giessen zu ziehen, um bei der Redaktion der Annalen eine Hilfe zu haben.

Es ist begreiflich, dass Will dem lockenden Rufe nach Giessen Folge leistete, woselbst Liebig schon eine grosse Zahl junger talentvoller Chemiker aus allen Ländern um sich vereinigte und von wo die bedeutendsten Arbeiten ausgingen. Will trat daher als Privatassistent bei Liebig ein.

Hier war der richtige Platz für ihn, an dem er seine Kräfte entfalten konnte, so dass er bald als Forscher sich hervorthat und eine grosse Wirksamkeit als Lehrer gewann.

Durch den Andrang von Schülern war es Liebig allmählich unmöglich geworden, die Leitung des Laboratoriums fernerhin allein zu besorgen und er war genöthiget, sich nach einer Hilfe umzusehen. Er zog Will zuerst zum Unterricht, besonders in der organischen Chemie, heran, und als es ihm gelungen war, das Filiallaboratorium auf dem Selterser Berge einzurichten, übertrug er ihm die Leitung desselben. Zu gleicher Zeit (1844) habilitirte sich Will als Privatdocent an der Universität, nachdem er im Jahre 1839 in Giessen sich den Doktorgrad erworben hatte. Schon im Jahre 1845 erfolgte seine Ernennung zum ausserordentlichen Professor.

In dieser Stellung entwickelte er eine so erspriessliche Thätigkeit bei den Vorlesungen und im Laboratorium sowie auch in der wissenschaftlichen Forschung, dass es bei der Berufung Liebig's nach München (1852) als selbstverständlich erschien, dass Will als Liebig's Nachfolger zum ordentlichen Professor der Experimentalchemie und zum Leiter des Laboratoriums erwählt wurde.

Damit war der Höhepunkt seiner Laufbahn erreicht und ihm ein weites und fruchtbares Feld der Arbeit eröffnet. Volle dreissig Jahre wirkte er in dieser Stellung in vollster Kraft und mit unermüdlichem Eifer; dann aber fühlte er, dass es Zeit sei, jüngeren Schultern die Last zu übertragen, obwohl es dem an intensive Thätigkeit Gewohnten schwer wurde, dem Amte zu entsagen und sich der Ruhe hinzugeben (1882). Nachdem er noch am 1. Mai 1889 unter lebhafter und herzlicher Theilnahme seiner vielen Schüler und Freunde das 50jährige Doktorjubiläum gefeiert und am 28. Juli 1890 der feierlichen Enthüllung des Liebig-Denkmals in Giessen beigewohnt hatte, traf ihn am 15. Oktober ein Schlaganfall, der dem Leben des 78jährigen Greises rasch ein Ende machte.

Noch am 8. Oktober hatte er an seinen alten Freund Pettenkofer geschrieben, er möchte ihn so gerne noch einmal im Leben sehen und grüssen, aber es dürfte dies nicht mehr zu lange verschoben werden, da er den Druck der Jahre in stets wachsender, gerade nicht erfreulicher Weise fühle; wenige Tage darnach hatte er sein Tagewerk vollendet.

Ueberblickt man die wissenschaftliche Thätigkeit Will's, so ersieht man, dass er dadurch in mehreren Richtungen die Chemie wesentlich bereichert hat.

Zunächst liegen von ihm Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie vor.

Die mit Fresenius (1844) herausgegebenen Untersuchungen über die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien erhellten nicht nur die Bedeutung der Mineralstoffe in den Pflanzen, sondern stellten auch die Methode der Analyse der Pflanzenaschen, namentlich der Bestimmung der darin enthaltenen Phosphorsäure, fest. Man war bekanntlich schon längere Zeit vor ihnen auf die Nothwendigkeit der Mineralstoffe in der Pflanze aufmerksam geworden und namentlich auch darauf, dass die verschiedenen dem nämlichen Boden entsprossenen Pflanzenarten die Aschebestandtheile in sehr ungleichen Mengen aufnehmen. Liebig hatte aber damals die Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit der Mineralstoffe für Ernährung der Pflanzen von Neuem betont und den Werth dieser Lehren für die Landwirthschaft mit der ihm eigenen Energie entwickelt. Zur weiteren Einsicht in diese für die Wissenschaft und Praxis gleich wichtigen Verhältnisse mussten viele und genaue Analysen der Aschen der verschiedensten Pflanzen und Pflanzentheile gemacht werden, was Fresenius und Will in ihrer grossen Arbeit übernahmen. Es stellte sich dabei heraus, dass in der That bestimmte Pflanzentheile ganz bestimmte Aschebestandtheile enthalten, so z. B. die meisten Samen fast ausschliesslich phosphorsaure Alkalien und alkalische Erden, die Holzarten und krautartigen Ge-

wächse vorwiegend kohlensaure Alkalien und alkalische Erden, die Halme der Grasarten viel Kieselsäure.

Ebenfalls in Gemeinschaft mit Fresenius veröffentlichte er ein in jeder Hinsicht auf's Genaueste durchgearbeitetes neues Verfahren zur Bestimmung der Pottasche und Soda, der Säuren und des Braunsteins, wobei sie nicht, wie es früher von Gay-Lussac geschehen war, die zur Sättigung des Alkalis nothwendige Menge der Säure ermittelten, sondern die durch die Säure entwickelte Menge von Kohlensäure in einem jedem Chemiker bekannten ausserordentlich einfachen Apparate bestimmten.

Will führte ferner eine grössere Anzahl von genauen Mineralwasseranalysen, zum Theil auch mit Fresenius, aus, wobei er in mehreren eisenführenden Quellen einen Gehalt an Arsen entdeckte.

Eine höchst erspriessliche Förderung hat Will der organischen Chemie gebracht durch die mit Varrentrapp erdachte, einfache und vielfach angewandte Methode der Bestimmung des Stickstoffs in organischen Verbindungen mittelst Natronkalk. Die beiden haben die möglichen Fehlerquellen des Verfahrens sorgsam ermittelt, so dass es bei richtiger Ausführung, trotz mancher Widersprüche von Seiten Unkundiger, die genauesten Resultate liefert.

Eine Reihe trefflicher Untersuchungen Will's galt der Erforschung der Eigenschaften und der Zusammensetzung organischer Verbindungen.

Die erste Arbeit des angehenden Chemikers vom Jahre 1840 war die Auffindung zweier Pflanzenbasen aus Chelidonium majus und aus Veratrum album, des Chelidonin's und des Jervin's, woran sich eine kleine Untersuchung über den Aether der von Merck aus dem Sabadillsamen dargestellten Veratrinsäure anschloss. Er ermittelte ferner die Zusammensetzung des ätherischen Oels der Raute, welches später zum Ausgangspunkt einer Reihe von Arbeiten anderer Chemiker

wurde; er prüfte das eigenthümliche Verhalten des Jods zum Anis- und Fenchelöl; er untersuchte in einer sehr bemerkenswerthen Arbeit mit Böttger die durch Einwirkung von Salpetersäure auf den Stinkasant erhaltene Styphninsäure, dann die aus der bei Darstellung des Kaliums erhaltenen schwarzen Masse gewonnene Krokonsäure und Rhodizonsäure; er stellte das schwefelsaure Eisenoxydchinin, einen Alaun einer organischen Base, her, und auch eine wichtige Verbindung des Nikotins mit Benzoylchlorid, womit er die Möglichkeit der Vereinigung von tertiären Diaminen mit den Säurechloriden bewies.

Seine weitaus bedeutendsten und für die Erkennung der Constitution organischer Verbindungen folgereichsten Arbeiten sind die über das Senföl. Schon im Jahre 1844 gab er seine Untersuchungen über die Constitution des ätherischen Oeles des schwarzen Senfs heraus, durch welche er Löwig's Angabe bestätigte, dass dieses Oel keinen Sauerstoff enthält, und zugleich darthat, dass es eine Schwefelcyanverbindung des Radikals Allyl sei. Er entdeckte auch eine Anzahl von Abkömmlingen dieses Oels z. B. das durch Einwirkung von Ammoniak daraus dargestellte Thiosinnamin, den ersten einfach substituirten Sulfoharnstoff. Daran reihte sich die Untersuchung einiger Verbindungen des Senfölschwefelwasserstoffes an.

Sehr interessant sind seine mit Körner ausgeführten Versuche über die Entstehung des Senföls in den Samen des schwarzen Senfs, wobei sich die Existenz eines eigenthümlichen ungeformten Fermentes, des Myrosin's, ergab, welches aus dem in den Samen enthaltenen myronsauren Kalium ausser dem Senföl noch Zucker, Schwefel und schwefelsaures Kalium abspaltet.

Später wurde von ihm auch der weisse Senfsamen untersucht. Er lehrte dabei einen neuen Bestandtheil desselben kennen, und beschrieb in seiner letzten mit Laubenheimer veröffentlichten Arbeit (1879) das Glucosid des weissen Senf-

samens, das Sinalbin, welches durch das Myrosinferment in Sinalbinsenföl, Zucker und Sinapinsulfat zerfällt.

Allen Chemikern wohlbekannt ist ein aus den bewährten Erfahrungen des Giessener Laboratoriums entstandenes Büchlein Will's: Anleitung zur chemischen Analyse, welches 12 Auflagen erlebte und in fast alle lebenden Sprachen übersetzt wurde. Es hat für den ersten Unterricht in der analytischen Chemie ungemein nützlich und anregend gewirkt.

Er hat sich endlich auch ein nicht zu unterschätzendes Verdienst durch seine werkthätige Theilnahme an dem von Liebig und Kopp herausgegebenen Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie erworben, sowie durch die Uebernahme der Redaktion desselben nach Liebig's Rücktritt im Jahre 1856, welche er bis zum Jahre 1868 fortführte.

Will hat sich, wie schon erwähnt, nicht nur als Forscher in der Chemie einen mit Recht geachteten Namen gemacht, sondern auch, und fast noch mehr, als vortrefflicher Lehrer. Sein Vortrag in den Vorlesungen war von vollendeter Klarheit und fesselnder Darstellung; das grösste Talent besass er jedoch in dem Unterricht im Laboratorium, wo er mit unermüdlicher Ausdauer die Anfänger zum selbstständigen Denken in der Chemie anleitete und die Vorgerückteren in ihren wissenschaftlichen Arbeiten mit Rath und That förderte. Eine sehr beträchtliche Anzahl von Schülern aus Deutschland und dem Auslande, jetzt grösstentheils angesehene Chemiker, sind ihm dafür zu unauslöschlichem Danke verpflichtet; er hat dadurch dem chemischen Unterrichte und damit auch der Ausbreitung und Ausbildung dieser Wissenschaft einen hervorragenden Dienst geleistet. Von Allen, die ihn kannten, war er wegen seines ehrenfesten, geraden Sinnes geliebt; er hat ein glückliches Leben in rastloser und fruchtbarer Arbeit geführt.[1])

1) Mit Benützung des Gedenkblattes von A. W. Hofmann, in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft 1890 No. 19.

Wilhelm Henneberg.

Wilhelm Henneberg hat sich in hohem Maasse um die Kenntniss der Ernährung der Wiederkäuer verdient gemacht, indem er, ursprünglich ausgehend von den Ideen seines Lehrers Liebig, an Stelle der früher grösstentheils empirischen Grundsätze bei der Fütterung dieser Hausthiere, die wissenschaftliche Einsicht zu setzen suchte; er hat durch seine mit unübertroffenem Fleiss und ausserordentlicher Sorgfalt ausgeführten Untersuchungen nicht nur der praktischen Landwirthschaft, sondern auch der Physiologie grosse Dienste geleistet.

Henneberg wurde am 10. September 1825 zu Wasserleben, einer gräflich Stollberg'schen Domäne am nördlichen Harze in der Grafschaft Wernigerode geboren, woselbst sein Vater Pächter des Gutes war. Nachdem er seine erste Ausbildung durch Privatlehrer im elterlichen Hause, dann am Collegium Carolinum zu Braunschweig erhalten hatte, studirte er von 1845 bis 1848 an den Universitäten zu Jena und zu Giessen. In Jena arbeitete er bei dem Botaniker Schleiden, an den er von seinem Vater Empfehlungen erhalten hatte, und auch bei dem Chemiker Wackenroder. Anfänglich wollte er sich, veranlasst durch das Interesse, das ihm die Hüttenwerke im nahen Harz erweckten, dem Hüttenfach widmen, dann neigte er sich mehr den Naturwissenschaften, besonders der Chemie, zu, wurde aber schliesslich durch die Lektüre von Schleiden's wissenschaftlicher Botanik und Liebig's chemischen Briefen bestimmt, sich der Landwirthschaft zuzuwenden; die auf dem Lande und auf einem trefflich bewirthschafteten Gute zugebrachte Jugendzeit sowie der Einfluss seines Vaters mögen mit zu diesem Entschlusse beigetragen haben. Unter diesen Umständen war es natürlich, dass es ihn nach Giessen zog, wo damals Liebig die jungen Chemiker aller Länder um sich vereinigte und wo die wichtigsten Arbeiten und befruchtendsten Ideen für die Landwirthschaft ausgingen. Er hatte das Glück sich bei der grossen Unter-

suchung Liebig's über das Fleisch betheiligen zu dürfen; er führte auch dort seine ersten chemischen Arbeiten aus und darunter auch solche, welche ihm für seine spätere Thätigkeit als Agrikulturchemiker von Nutzen waren.

Nach Beendigung seiner akademischen Studien verbrachte er drei Jahre auf dem heimathlichen Gute, wo er sich ein kleines chemisches Laboratorium eingerichtet hatte, um sich mit der praktischen Landwirthschaft ganz vertraut zu machen, als nothwendige Vorbereitung zu seiner späteren wissenschaftlichen Thätigkeit auf diesem Gebiete. Daran schloss sich eine längere Reise nach England zum Studium der dortigen grossartigen landwirthschaftlichen Einrichtungen an.

Nach seiner Zurückkunft übernahm er im Jahre 1851 eine Anstellung als zweiter Sekretär des landwirthschaftlichen Vereins im Herzogthum Braunschweig, verblieb aber daselbst nur ein Jahr, nach welchem er der Berufung als erster Sekretär der königl. hannoverischen Landwirthschafts-Gesellschaft in Celle folgte.

Hier in Celle begründete er mit anfangs sehr beschränkten Mitteln ein agrikulturchemisches Laboratorium, welches vorzugsweise den Zwecken der praktischen Landwirthschaft dienen sollte. Es war bekanntlich in Folge der Anregungen Liebig's in Möckern bei Leipzig im Jahre 1852 die erste unter der Leitung von Crusius und Wolff blühende landwirthschaftliche Versuchsstation in Deutschland errichtet worden mit der Aufgabe unter Anwendung der Naturwissenschaften, besonders der Chemie, die Gesetze der Pflanzen- und Thierproduktion zum Nutzen einer rationellen Landwirthschaft kennen zu lernen, nach deren Muster alsbald viele für die Landwirthschaft so ausserordentlich nutzbringende Anstalten der Art entstanden sind.

Seit 1853 gab Henneberg im Auftrage der Landwirthschafts-Gesellschaft das Journal für Landwirthschaft, verbunden mit einem vorzüglichen Jahresberichte über die Fort-

schritte der Landwirthschaft, heraus; letzterer erschien als Supplement des Journals, unter dem Titel: „Berichte über die Untersuchungen und Erfahrungen auf dem Gebiete der landwirthschaftlichen Pflanzen- und Thierproduktion“ bis zum Jahre 1868. In dem bis zu seinem Tode fortgesetzten Journal finden sich die wissenschaftlichen Abhandlungen Henneberg's bis auf seine ersten, welche grösstentheils in Liebig's Annalen veröffentlicht worden sind.

Das Laboratorium in Celle bestand bis zum Herbst des Jahres 1857, zu welcher Zeit daraus die landwirthschaftliche Versuchsstation Weende bei Göttingen als Institut der königl. Landwirthschafts-Gesellschaft hervorging. Die Weender Versuchsstation stand bald durch die bedeutungsvollen Arbeiten ihres Vorstandes und seiner Schüler in der vordersten Reihe und sie übte eine solche Anziehungskraft aus, dass sehr viele der jetzt an landwirthschaftlichen Anstalten angestellten Leiter an ihr sich ausgebildet haben und thätig waren.

Neben seinem mühsamen Amte als Vorstand der Versuchsstation wurde er 1865 zum ausserordentlichen und 1873 zum ordentlichen Professor der Landwirthschaft an der Universität Göttingen, später zum königl. preussischen Geheimen Regierungsrath ernannt; 1874 erfolgte die Verlegung der Versuchsstation von Weende nach Göttingen, wo er an der Erziehung tüchtiger Landwirthe erfolgreich mitwirkte.

Henneberg entfaltete an diesen Orten eine ungemein fruchtbare wissenschaftliche Thätigkeit. Sie begann schon 1846 in Jena mit einer in Erdmann's Journal veröffentlichten Untersuchung über das Zirkon; in Liebig's Annalen finden sich mehrere in dem Liebig'schen Laboratorium entstandene Abhandlungen: über einige pyrophosphorsaure Doppelsalze und über phosphorsaure Salze, dann eine in Giessen begonnene und später zu Hause fortgesetzte Arbeit über einige Zersetzungsprodukte des Mellonkaliums, welche ihm (1849) als Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde in

Jena diente. In Giessen führte er noch Analysen der unorganischen Bestandtheile des Hühnerblutes aus, bei welchen er einen Gehalt an Kieselsäure fand, die dazu dient, den Federn des Thieres die nöthige Kieselsäure zu liefern.

Seine Hauptarbeiten bewegten sich jedoch auf dem Gebiete der Ernährungslehre der Wiederkäuer. Schon im Jahre 1849 brachte er in Liebig's Annalen eine für die damaligen Kenntnisse sehr bemerkenswerthe, auf dem Gute Wasserleben an Merinohammeln gemachte Untersuchung: Beiträge zur Ernährung. Man war bekanntlich eine Zeit lang der Meinung, den Nährwerth eines Nahrungsmittels aus seinem Stickstoffgehalte entnehmen zu können; der verdiente französische Landwirth Boussingault, dem wir die ersten praktischen Versuche an Hausthieren über Nahrungsäquivalente verdanken, vermeinte diesen Satz in einer Anzahl von Fällen aus dem Gewichte der Thiere bestätigen zu können, nicht selten zeigte sich aber eine Nichtübereinstimmung zwischen Theorie und Praxis, woraus er schloss, dass der Stickstoffgehalt des Futters nicht der einzige Faktor für den Nährwerth desselben sei. Henneberg fütterte nun die Hammel mit der gleichen Menge von Kleeheu und Weizenstroh unter Zusatz verschiedener anderer Futtermittel. Der ebenfalls aus dem Körpergewichte erschlossene Nährwerth der zu ein und derselben Gruppe gehörigen Nahrungsmittel z. B. der Rüben und Kartoffeln stellte sich in der That proportional dem Stickstoffgehalte, aber nicht der einer anderen Gruppe wie des Kleeheus, in dem bei gleicher Wirkung wesentlich mehr Stickstoff verzehrt wurde. Diese ersten Anläufe lassen schon die späteren Bestrebungen Henneberg's erkennen, aber auch wie sehr sich die Anschauungen über die Ernährung und die Methoden ihrer Erforschung im Laufe von 40 Jahren umgestaltet haben.

An der Versuchsstation zu Weende begann die Thätigkeit, welche seinen Namen bekannt gemacht hat. Zum Ver-

ständniss derselben muss man sich erinnern, wie es zu dieser Zeit mit der Lehre von der Thierproduktion stand. Im Ackerbau herrschte noch in den dreissiger Jahren die Humustheorie, in der Viehzucht die von Thaer begründete Theorie vom Heuwerth. Dieselbe war ausgegangen von der Bestimmung der in Wasser, Alcohol, verdünnten Säuren und Alkalien löslichen Stoffe des Futters, indem man annahm, dass diese Stoffe auch im Darmkanal des Thieres gelöst würden; daraus suchte man durch Futterberechnungen zu ermitteln, wieviel man bei Zusatz einer bestimmten Quantität von Rüben, Kartoffeln etc. von Heu weglassen dürfe.

Da trat Liebig 1843 mit seinen das Dunkel erhellenden Ideen über die Ernährung der Thiere auf; er hatte durch seine chemischen Untersuchungen der Stoffe der Organe des Thierleibes und der Ausscheidungsprodukte neue Vorstellungen über die Zersetzungsvorgänge im Körper und über die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe gewonnen. Es war dadurch der Physiologie die Aufgabe gestellt worden, diese Ideen durch den Versuch am Thiere zu prüfen, namentlich die Stoffzersetzung unter den verschiedensten Umständen durch die Messung der Ausscheidungsprodukte festzustellen.

Die früheren Fütterungsversuche an landwirthschaftlichen Nutzthieren konnten die Gründe der Erscheinungen nicht finden und keine Erklärungen geben. Die von Boussingault (1844) auf seinem Gute Bechelbronn im Elsass angestellten berühmten Versuche über die Aufzucht des Viehes, die Mästung der Thiere und die Milchproduktion waren mehr praktische Erfahrungen, mit Hilfe der Wägung des Thieres und der Bestimmung einiger Bestandtheile des Futters gewonnen; seine Versuche über die Bilanz der Elemente der Einnahmen in der Nahrung und der Ausgaben im Harn und Koth bezogen sich auf je einen Fall bei einem Pferde und einer Kuh. Auch die im Jahre 1848 von Lawes und Gilbert in Rothamstead gemachten Fütterungen an Schafen und

Schweinen liessen nur das Consumvermögen der Thiere für die einzelnen Nährstoffe erkennen und zeigten, mit welchen Futtermischungen eine rasche Mästung zu erzielen war. Ebensowenig kamen die damals an den landwirthschaftlichen Versuchsstationen in Deutschland angestellten Versuche über vereinzelte Erfahrungen nicht hinaus. Allerdings hatte Wolff einen wesentlichen Fortschritt gemacht, indem er für die Futterberechnungen ausser dem Gehalte an stickstoffhaltigen Stoffen auch den an stickstofffreien Stoffen berücksichtigte und auch auf die Verdaulichkeit der verschiedenen Futterstoffe aufmerksam machte, wobei er die Rohfaser als unverdaulich von den übrigen organischen Substanzen abzog; er hatte dadurch die Zeit der Fütterung nach chemischen Grundsätzen angebahnt.

Henneberg erkannte wohl bald das Ziel, welches man anstreben müsse, um einen näheren Einblick in die Ernährungsvorgänge zu erhalten und der Praxis zu nützen; er wollte den gesetzmässigen Zusammenhang zwischen Stoffbildung (Fleisch- und Fettproduktion) der verschiedenen Hausthiere und der Qualität und Quantität des Futters durch Untersuchung der Nahrung und der Exkrete erforschen. Er suchte den physiologischen Werth der Nahrungsmittel festzustellen, indem er den verdauten Theil ihrer Nahrungsstoffe d. i. ihre Ausnützung im Darmkanal ermittelte; als letztes Ziel der landwirthschaftlichen Thierproduktion bezeichnete er mit Vorliebe die Aufstellung von Stoffwechselgleichungen a priori.

Henneberg hatte schon viele Versuche am Rinde in dieser Richtung angestellt, als die von Bischoff und mir am Hunde gemachten Versuche (1860) erschienen, deren Vorläufer die denkwürdige Untersuchung von Bidder und Schmidt über den Stoffwechsel war. Ich hatte vorher für den Fleischfresser die Methode der Ermittelung des Eiweissumsatzes festgestellt und angegeben, wie man eine möglichst einfache und in ihrer Zusammensetzung genau bekannte Nahrung aus

reinem Fleisch mit Zusatz anderer reiner Nahrungsstoffe darstellen, sowie allen auf einen Versuchstag treffenden Harn und Koth erhalten könne; ich hatte dabei gefunden, dass der Stickstoff des im Körper zersetzten Eiweisses in der That nur im Harn und im Koth zur Ausscheidung gelangt. Bischoff und ich wendeten diese neu gewonnenen Erfahrungen an zur Festsetzung des Eiweissverbrauchs und Eiweissansatzes bei verschiedener Nahrungszufuhr und unter verschiedenen anderen Einwirkungen. Späterhin reihte sich daran auch die Bestimmung der Grösse des Umsatzes der stickstofffreien Stoffe, des Fettes und der Kohlehydrate, durch Pettenkofer und mich nach Herstellung des Respirationsapparates durch ersteren. Alles dies liess sich am Fleischfresser, bei dem die Ernährungsverhältnisse viel einfacher sich gestalten wie beim Pflanzenfresser, leichter ermitteln wie bei letzterem. Die Nahrung des Pflanzenfressers ist wesentlich complicirter zusammengesetzt; einfache Gemische von Nahrungsstoffen lassen sich bei ihm kaum verwenden; die Aufnahme der grossen Massen des Futters nimmt lange Zeit in Anspruch, während der Fleischfresser in wenigen Minuten seinen Bedarf für 24 Stunden verzehrt, so dass am Ende des Versuchstages die Wirkung der Nahrung völlig abgelaufen und der Koth gebildet ist; der massige Koth des Pflanzenfressers bleibt dagegen 6—8 Tage im Darmkanale liegen; der Harn eines Versuchstages lässt sich nur schwer abgrenzen, der Koth gar nicht; der Koth schliesst beim Fleischfresser nur einen geringen Theil der Umsetzungsprodukte des Körpers mit wenig Residuen der Nahrung ein.

Die Gesetze der Zersetzungen wird man daher immer zunächst am Fleischfresser erkennen und dann zusehen, ob sie beim Pflanzenfresser ebenfalls gegeben sind und wie die zusammengesetzte Pflanzennahrung den Umsatz modificirt.

Henneberg begann nun diese Erkenntnisse auf die mit seinem Freunde und langjährigen ausgezeichneten Mitarbeiter

Friedrich Stohmann am Rinde schon gemachten Versuche zu übertragen und bei weiteren Versuchen zu benützen.

Sein mit Stohmann herausgegebenes Hauptwerk hat den Titel: „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer"; das erste Heft derselben (1860) beschäftiget sich mit dem Erhaltungsfutter zweier ausgewachsener Ochsen, das zweite (1864) mit der Ausnützung der Futterstoffe durch das volljährige Rind und mit der Fleischbildung im Körper desselben.

Während wir beim Fleischfresser den einfachen Fall des Stoffverbrauchs im Hungerzustande zu Grunde legen konnten, mussten Henneberg und Stohmann beim Pflanzenfresser, da es bei ihm wegen des im Darme in Masse rückständigen Futters nicht möglich ist, den Hungerzustand rein zu beobachten, von dem Nährstoffbedarf bei Erhaltungsfutter ausgehen. Sie wählten zu dem Zweck als voluminöses trockenes, verdauliche Eiweissstoffe nicht über den Bedarf hinaus enthaltendes Futter ein Gemenge von Heu und Stroh, welchem sie dann verschiedene Nährstoffe wie Kleber, Rüböl und Stärkemehl zusetzten.

Vorerst aber mussten durch umständliche Versuche die Methoden der chemischen Analyse der complicirt zusammengesetzten Futtermittel sowie des Kothes ausgebildet werden. Den löslichen stickstofffreien Bestandtheilen wurde die jetzt allgemein gebräuchliche Bezeichnung der stickstofffreien Extraktstoffe, der Holzfaser der Namen Rohfaser gegeben; in demselben Sinne sprachen sie von Rohprotein und von Rohfett. Dadurch gelang es ihnen die ersten zuverlässigeren Angaben über die Verdaulichkeit der pflanzlichen Futtermittel bei Wiederkäuern zu machen.

Bei den Untersuchungen über das Erhaltungsfutter fand sich, dass vom Rauhfutter d. h. vom Heu und Stroh nur etwa die Hälfte des Rohproteins zur Resorption im Darm gelangt, von den stickstofffreien Extraktstoffen 40—68⁰/₀, von

dem Rohfett 30—60%. Man hatte schon früher die Erfahrung gemacht, dass beim Pflanzenfresser die Holzfaser nicht völlig unverändert wieder mit dem Kothe entfernt wird, sondern ein Theil davon im Darmkanale verschwindet. Henneberg und Stohmann thaten dar, dass vom Erhaltungsfutter bis zu 55% der Rohfaser verschwinden und dass es wirklich ein Stoff von der Zusammensetzung der Cellulose ist, welcher von der Rohfaser im Koth nicht mehr aufzufinden ist. Von der Proteinsubstanz des Futters bleibt eine wechselnde, dem Rohfasergehalte desselben oft ziemlich entsprechende Menge unverdaut, und die stickstofffreien Extraktstoffe des Futters repräsentiren annähernd die Gesammtmenge der verdauten stickstofffreien organischen Substanz. Es tritt nämlich eine Compensation zwischen den stickstofffreien Extraktstoffen und der Rohfaser ein, in der Art, dass die Summe der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe und der verschwundenen Rohfaser annähernd der Gesammtmenge der löslichen stickstofffreien Futterbestandtheile entspricht.

Als sie nun zu dem genannten Rauhfutter andere leicht verdauliche Futtermittel hinzugaben, erfuhren sie den Einfluss der Futtermischung auf die Verwerthung der Futterstoffe im Darmkanal. Durch die Beigabe kleiner Mengen concentrirter, namentlich stickstoffreicher Futtermittel wird die Verdaulichkeit des Rauhfutters nicht wesentlich verändert. Nach Beigabe grosser Mengen leicht verdaulichen Proteins oder stickstoffreicher leicht verdaulicher Futtermittel ist die Verdauung des Rauhfutters auch keine wesentlich andere; dagegen bewirkt die Beigabe grosser Mengen leicht verdaulicher Kohlehydrate eine Verminderung in der Ausnützung des Proteins des Rauhfutters, zum Theil auch der Rohfaser desselben. Ein Zusatz von Eiweiss zu einer stärkemehlreichen Nahrung beförderte die Verdauung des Stärkemehls; Zugabe von Stärkemehl zu einer eiweissreichen Ration setzte die Ausnützung des Eiweisses herab. Ein Zusatz von Fett z. B.

von Rüböl machte eine bessere Verwerthung der Rohfaser und auch eine etwas günstigere des Proteins.

Dabei konnten sie auch die Hauptgesetze des Eiweissumsatzes und des Eiweissansatzes oder der Fleischbildung, wie sie für den Fleischfresser von uns festgestellt wordenwaren, für den Pflanzenfresser bestätigen. Zunächst den für solche Versuche wesentlichsten Satz, dass aller Stickstoff der im Körper zersetzten stickstoffhaltigen Substanzen im Harn und Koth aus demselben austritt und nicht gasförmig durch Haut und Lunge entfernt wird. Sie fanden beim Ochsen bei Erhaltungsfutter den Stickstoff der Nahrung bis auf 5,8% im Harn und Koth auf, beim Schaf konnte später völliges Stickstoffgleichgewicht der Einnahmen und Ausgaben nach gewiesen werden.

Der Umsatz des Eiweisses steigt und fällt ferner wie beim Hunde mit der Menge der verdauten stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe; bei mehr Eiweiss im Futter erscheint dem entsprechend anfangs mehr Stickstoff im Futter bis allmählich unter Eiweissansatz wieder Stickstoffgleichgewicht eintritt. Zusatz von stickstofffreien Stoffen (Kohlehydraten) vermindern den Eiweisszerfall sowie den Eiweissverlust vom Thier und verstärken den Eiweissansatz. Bei absolut mehr Eiweiss in dem Futter und gleichem Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Nährstoffen ist der Eiweissansatz grösser, wodurch die am Hunde gewonnene Einsicht von der hohen Bedeutung des richtigen Verhältnisses der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Nahrungsstoffen auch für den Pflanzenfresser sich bestätigte.

Eine reichliche Wasserzufuhr bewirkte eine grössere Stickstoffausscheidung im Harn, also einen verstärkten Eiweisszerfall, wie ich es auch für den Hund zu finden glaubte.

Endlich zeigte sich auch ein Einfluss der Körperbeschaffenheit des Thieres auf den Eiweissverbrauch, indem letzterer wie beim Hunde bei einem schwereren, an Fleisch reicheren Organismus grösser war.

Von nicht geringerer Bedeutung sind die von Henneberg in den Jahren 1870 und 1872 herausgegebenen zwei Hefte „neue Beiträge". Hier wurden neben dem Eiweissumsatz gleichzeitig die gasförmigen Zersetzungsprodukte des Rindes und Schafes mit Hilfe eines dem Pettenkofer'schen nachgebildeten Respirationsapparates untersucht. Dadurch konnte wie bei den Versuchen von Pettenkofer und mir am Hunde und Menschen, auch ein Einblick in die so bedeutungsvolle Zersetzung der stickstofffreien Stoffe gewonnen werden. Die von Pettenkofer eingeführten Controlbestimmungen lieferten für die Kohlensäure ein sehr günstiges Resultat, nicht aber für das Wasser; letzteres ist durch die grossen Dimensionen des Henneberg'schen Apparates und durch ein Niederschlagen von Wasser in Folge der ungleichen Temperatur der Wandungen desselben bedingt; bei Vermeidung dieser Fehlerquellen lassen sich, wie unsere Versuche darthun, auch für das Wasser völlig richtige Resultate erhalten. Aber doch war es Henneberg möglich, für das Schaf vollständige Stoffwechselgleichungen aufzustellen.

Bei diesen neueren Versuchen ergaben sich vielfach die gleichen Resultate wie bei den früheren, gemeinschaftlich mit Stohmann angestellten. Bei dem näheren Studium der Ausnützung des Rauhfutters, der Heu- und Stroharten, zeigte sich, dass die früher von Henneberg und Stohmann zur Berechnung des verdauten Rohproteins angegebene empirische Formel wohl im Gesammtdurchschnitte, aber nicht in allen einzelnen Fällen der direkten Bestimmung nahe kommende Werthe gibt. Es zeigte sich abermals, dass die im Darmkanal verschwundene Rohfaser überwiegend aus Cellulose besteht, wobei nur eine geringfügige Entwickelung von Grubengas stattfindet, und auch dass eine Beigabe von Stärkemehl oder Zucker zum Rauhfutter die Ausnützung des letzteren herabsetzt. Ebenso ferner, dass kein sogenanntes Stickstoffdeficit existirt, dass der Eiweissumsatz mit der Eiweisszufuhr in der

Nahrung steigt und fällt, wobei sich allmählich wieder Stickstoffgleichgewicht herstellt. Wenn ein 500 Kilo schwerer Ochs in der Ruhe eben 250 Gramm Eiweiss täglich umsetzt, bewirkt ein reichlicher Zusatz von stickstofffreien Nährstoffen keinen namhaften Ansatz von Eiweiss, dieser letztere tritt erst bei Steigerung der Eiweisszufuhr ein, jedoch ist wie bei unseren Versuchen die Zunahme des Eiweissansatzes geringer als die Vermehrung der Eiweisszufuhr.

Eine reichlichere Aufnahme von Tränkwasser durch die Thiere rief in der Regel einen grösseren Eiweissumsatz hervor, aber nicht momentan, sondern erst nach einiger Zeit.

Eine Veränderung des Ernährungszustandes des Thieres ergab unter sonst gleichen Umständen wiederum eine entsprechende Veränderung des Eiweisszerfalles.

Die Kohlensäureproduktion stieg und fiel, ebenso wie bei unseren Versuchen am Hund und Menschen, unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Zufuhr der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffe, so dass also der Ansatz von Eiweiss und Fett geringer ist als die Vermehrung der Zufuhr von Eiweiss und Fett in dem Futter.

Es wurde auch dabei für das ausgewachsene Schaf bei Erhaltungsfutter die Vertheilung der Mineralbestandtheile des Futters auf den Harn, den Koth und die Wolle festgestellt.

Es würde viel zu weit führen, wollte ich auf alle die vielen Untersuchungen Henneberg's und ihre Resultate eingehen; ich suchte nur durch Aufzählung der wichtigsten Ergebnisse eine Vorstellung von seiner Wirksamkeit zu geben. Zu seinen eigenen Arbeiten kommen noch die unter seinem Einflusse entstandenen zahlreichen von seinen Schülern in seinem Laboratorium ausgeführten, welche mit dazu beitrugen, die Lehre von der landwirthschaftlichen Thierproduktion zu fördern.

Wenn auch in der letzten Zeit auf diesem Gebiete durch Andere so manches wichtige Neue hinzugekommen ist, durch

welches andere und richtigere Auffassungen sich anbahnten, z. B. durch die Entdeckung, dass der Stickstoff in gewissen Vegetabilien, wie in den Futterrüben oder in den Kartoffeln, zum grossen Theile nicht in Eiweiss, sondern in Amidosäuren und anderen einfachen Stickstoffverbindungen enthalten ist, wodurch die Berechnung des Eiweissumsatzes eine Umgestaltung erfährt, oder durch die Entdeckung, dass die Cellulose in dem Darmkanale der Pflanzenfresser eine Gährung durch niedere Organismen unter Entwicklung von Gasen erleidet, wodurch bei eingreifenderer Zersetzung ihr Nährwerth wesentlich herabgesetzt würde, so hat doch Henneberg eine ungemein grosse Anzahl der wichtigsten Thatsachen für die landwirthschaftliche Thierproduktion festgestellt. Dieses sein Verdienst hat auch Veranlassung gegeben, ihn im Jahre 1864 als correspondirendes Mitglied in unsere Akademie, in der eine Anzahl von Mitgliedern durch ihre Arbeiten auf dem gleichen Gebiete seine Bedeutung zu würdigen wussten, aufzunehmen sowie ihm als Erstem die goldene Liebig-Medaille, welche zur Anerkennung hervorragender Leistungen für die Landwirthschaft ertheilt wird, noch bei Lebzeiten Liebig's zu verleihen.

Aber nicht die Fülle der von ihm zu Tage geförderten Thatsachen allein macht seine Bedeutung für die Wissenschaft aus, seine Hauptbedeutung für die späteren Zeiten besteht nach meiner Anschauung darin, dass er für die Erforschung der so sehr verwickelten Prozesse der Ernährung im Leibe der Pflanzenfresser den Weg bahnte, welchen seine Nachfolger betreten und weiterführen können und auf dem man nach und nach zu dem ihm vorschwebenden Ziele gelangen wird, nämlich zu der Aufstellung von Futternormen für die Thierzucht.

Die so ausserordentlich mühsamen und zuverlässigen Detailarbeiten vermochte nur ein Forscher von einem eisernen Fleisse, von äusserster Gewissenhaftigkeit und strengster Wahr-

heitsliebe auszuführen. Als einen solchen Mann haben Henneberg auch seine Freunde und Schüler gekannt, voll Begeisterung für die Wissenschaft, welche er auch seinen Schülern einzuflössen wusste; sie hatten an ihm das beste Beispiel.

So wie auf die Ausführung seiner Arbeiten konnte man sich auf ihn auch im Leben fest verlassen. Ich habe das Glück gehabt, ihm persönlich näher zu treten und seine trefflichen Eigenschaften kennen zu lernen. Trotz seiner Erfolge strebte er nicht nach äusseren Auszeichnungen, er suchte seine Befriedigung ausschliesslich in der reinen wissenschaftlichen Arbeit; stets bescheiden und anspruchslos, aufrichtigen Sinnes und von geradem Wesen war er in jeder Beziehung ein edler Mensch. Im gewöhnlichen Verkehr war er zwar wortkarg, aber wer ihn näher kannte, wusste den Werth seines Wortes zu schätzen.

Es hat daher Viele die Kunde tief betrübt, dass Henneberg am 22. November 1890 gestorben sei. Schon im Oktober 1889 erlitt er einen Schlaganfall, von dem er sich wieder leidlich zu erholen schien; am 22. November 1890 richtete er sich zu einer Reise, besuchte noch die Räume des Laboratoriums und fuhr Mittags nach dem nahen Greene bei Kreiensen zum Besuche seiner Schwester, wo Abends ein erneuter Schlaganfall seinem Leben ein rasches und sanftes Ende machte, mitten in seinem Schaffen und mitten in neuen Entwürfen zur weiteren Ausgestaltung seiner Arbeiten. Er hat das Glück gehabt, die Neugestaltung der Ernährungslehre seit 40 Jahren zu erleben und durch seine bewunderswerthen Untersuchungen an Wiederkäuern wesentlich an derselben mitzuwirken.[1])

1) Nach Vollendung dieses Nachrufes sind Nekrologe über Henneberg erschienen: von Th. Pfeiffer in den landwirthschaftlichen Versuchsstationen vom Nobbe 1891, Bd. 39, Heft 1; und von F. Lehmann im Journal für Landwirthschaft 1890, Bd. 38, Heft 3 u. 4.

Peter von Tschichatscheff.

Am 13. Oktober 1890 starb in Florenz der bekannte russische Geograph und Reisende, Peter Alexandrowitsch Tschichatscheff.

Es wurde im Jahre 1808 in Gatschina geboren. Nachdem er im elterlichen Hause und im Gymnasium zu Tsarskoe Selo vorgebildet war, begab er sich zur Vollendung seiner Studien in's Ausland. Die Neigung zur Naturwissenschaft und zur Geographie führten ihn zuerst der Geologie zu; er hörte zu dem Zwecke an der Bergakademie zu Freiberg Naumann und Breithaupt, dann an der Universität zu Berlin Leopold v. Buch und Gustav Rose und vollendete seine Ausbildung in Paris bei Élie de Beaumont. Mit den französischen Paläontologen Ph. de Verneuil und d'Archiac und auch mit R. Murchison trat er in freundschaftliche, bis zum Tode fortdauernde Beziehungen.

Seine erste in den Jahren 1839 und 1840 im Auslande ausgeführte Arbeit war die geognostische Schilderung des Monte Gargano in Leonhard's Jahrbuch für Mineralogie, dann folgte 1841 die Beschreibung des geologischen Baues der Umgebung von Nizza und 1842 die Abhandlung über die geologische Beschaffenheit der südlichen Provinzen des Königreichs Neapel.

Nach der Rückkehr in sein Vaterland betrieb er noch botanische Studien bei dem Direktor des botanischen Gartens in St. Petersburg Fischer, übte sich in physikalischen Beobachtungen in dem magnetisch-meteorologischen Observatorium bei Ad. Theod. Kupffer und machte sich auch mit den Formen der Thiere bei dem Zoologen Brandt bekannt.

In dieser Weise in jeder Beziehung wohl vorbereitet trat er an seine grossen Reisen heran.

Auf Alexander v. Humboldt's Empfehlung hatte er 1842 durch den damaligen russischen Finanzminister Grafen v. Konkrin im Namen des Kaisers Nikolaus den Auftrag erhalten,

eine wissenschaftliche Reise in das sibirische Gebirgsland des Altai, das bis dahin nur sehr wenig bekannt war, zu unternehmen. Die Resultate derselben sind in dem schönen Werke: Voyage scientifique dans l'Altai Oriental et les parties adjointes de la Frontière de Chine (1845) zusammengefasst, einem stattlichen Bande in Quart mit einem Atlas, geologischen Karten, Plänen und Zeichnungen. Im ersten Theile des Werkes werden in höchst lebendigen Schilderungen der Verlauf der Reise, die physikalischen Beobachtungen und die ethnographischen Bemerkungen mitgetheilt; der zweite Theil beschäftiget sich mit den geologischen Beobachtungen, bei deren Bearbeitung Élie de Beaumont und de Verneuil in Paris sowie für die paläontologischen Pflanzenreste der kundige Geppert in Breslau behilflich waren.

Nach Vollendung dieses Werkes, welches ihm alsbald den Ruf eines ausgezeichneten Geographen verschaffte, ging er gleich an die Vorbereitungen zu einem neuen grösseren Reiseunternehmen. Er hatte den lebhaften Wunsch das unter der türkischen Herrschaft damals verödete und schwer zugängliche Kleinasien, die ehemalige Perle des altrömischen Reiches, in naturwissenschaftlicher Beziehung gründlich zu erforschen. Als aber die politischen Verwicklungen den Nachfolger des Ministers Konkrin, Grafen v. Nesselrode, veranlassten ein solches wissenschaftliches Unternehmen unter den damaligen Verhältnissen für unausführbar zu erklären, trat Tschichatscheff die Reise auf eigene Gefahr an. Es kam ihm dabei sehr zu Statten, dass er seinen zweijährigen Aufenthalt in Konstantinopel als Attaché bei der kais. russischen Gesandtschaft benützt hatte, die so nöthigen Kenntnisse der türkischen Sprache und ihrer Mundarten sich zu verschaffen. Mit seinen eigenen Mitteln und nur in Begleitung eines Dieners unternahm er von 1847 bis 1863 fast jährlich von den Ufern des Bosporus, des Marmarameeres und des mittelländischen Meeres aus grosse Touren durch Kleinasien und

Armenien, wobei er diese Länder in vier verschiedenen Richtungen durchquerte und überall mit Ausdauer und Geschick reichhaltige topographische und geographische Daten über die Gebirge, Wälder, Flüsse, Seen und die Mineralwässer des Landes verzeichnete, wichtige geologische und paläontologische Beobachtungen anstellte, Thiere und Pflanzen sammelte, die Höhen der Ortschaften und der Berge ermittelte und klimatologische und meteorologische Bestimmungen machte. Einige vorläufige Mittheilungen über diese Reisen wurden in der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde (1859), später von H. Kiepert in Petermann's geographischen Mittheilungen (1867) gemacht. Ausführlich finden sich dieselben beschrieben in dem grossen vierbändigen Werke: Asie mineure, description physique, statistique et archéologique de cette contrée (1853 bis 1869), bei dem ihn die französischen Gelehrten Élie de Beaumont, de Verneuil, d'Archiac und Brogniart in Bearbeitung des reichen geologischen Materials und Fischer, Unger und Fenzl in Bestimmung der gesammelten Pflanzen unterstützten. Nachträglich fasste er seine Erfahrungen über Kleinasien nochmals zusammen in der Abhandlung: Une page sur l'Orient; Asie mineure; Geographie physique, climat, vegetation, espèces d'animaux, constitution geologique, considerations politiques (1868), welche auch in deutscher Sprache erschien.

Diesen durch 16 Jahre ununterbrochen fortgesetzten Bemühungen und Studien verdankt die geographische und naturhistorische Wissenschaft die ersten genaueren Kenntnisse von Kleinasien. Auch über politische Fragen dieser Länder findet man in sieben in den Jahren 1856—1879 von ihm geschriebenen Abhandlungen werthvolle Angaben.

Als Ergänzung zu der Beschreibung von Kleinasien gab er 1864 noch eine eingehende und gründliche Beschreibung des Bosporus und Konstantinopels heraus.

Seit dem Jahre 1869 machte er keine grössere Ex-

pedition mehr, nur besuchte er im Jahre 1878 in Begleitung seiner Frau das Innere von Algerien und Tunis. Er beschrieb diese Länder in Briefen an seinen Freund, den berühmten Nationalökonomen Michel Chevalier, welche in dem Buche: Espagne, Algerie et Tunis (1880), später auch in deutscher Sprache veröffentlicht wurden.

In hohem Alter beschäftigte er sich noch mit allerlei Ausarbeitungen wissenschaftlicher Fragen und mit Zusammenstellungen des Wissens in den seinem Studium naheliegenden Gebieten. In dieser Art lieferte er einen Abriss der Geschichte der geographischen und naturwissenschaftlichen Kenntnisse in verschiedenen Zeiten in einer Abhandlung: Etudes de Geographie et d'Histoire naturelle (1890), und schrieb er in der Revue des deux Mondes und der Revue Britannique in sehr fesselnder und interessanter Weise über das Naphta in den Vereinigten Staaten und in Russland, über die sibirische Steppe Gobi, über Tibet, über die aralokaspische Tiefebene und die Oase von Merph. Auch übersetzte er das Werk Grisebach's über die Vegetationsverhältnisse der Erde unter Zufügung von Eigenbemerkungen, und die Rede Liebig's über Lord Bacon aus dem Deutschen in's Französische. Eine weit angelegte Arbeit: les deserts du Globe wurde durch seinen Tod unterbrochen und blieb unvollendet.

Im hohen Alter von 82 Jahren erlag Tschichatscheff einer Lungenentzündung nach kurzer Krankheit zu Florenz, wo er zumeist lebte. In seinem Testamente hatte er der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Million Franken vermacht, um damit Reisen in die unbekannten Gebiete Asiens zu unterstützen.

Er besass alle für einen Reisenden in uncivilisirte Länder nöthigen Eigenschaften: ausser ausgebreiteten Kenntnissen eine imponirende Gestalt, eiserne Gesundheit, grosse Energie und Unerschrockenheit in Gefahren. Nur so war es möglich, dass er bei seinen Zügen durch Kleinasien während 8 Jahren

in einem halb barbarischen Lande inmitten einer fanatischen Bevölkerung so bedeutende Erfolge erringen konnte. Er war ausserdem ein Mann von vortrefflichen Charaktereigenschaften, geschätzt von Allen, die ihn kannten. In Anerkennung seiner Verdienste um die Kenntnisse der Erde hatten ihn zahlreiche gelehrte Gesellschaften zu ihrem Mitgliede erwählt, ausser unserer Akademie, deren correspondirendes Mitglied in der Abtheilung für allgemeine Naturgeschichte er seit dem Jahre 1866 war, die kais. russische Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, die k. preussische Akademie zu Berlin und das Institut von Frankreich in der Sektion für Geographie.[1])

1) Mit Benützung des Nekrologes von J. J. Stabnitzk, vorgetragen in der Sitzung der kais. russischen geographischen Gesellschaft am 7. November 1890.

Sitzung vom 2. Mai 1891.

1. Herr E. Lommel hält einen Vortrag: „über die Schwingungsrichtung des polarisirten Lichtes".

2. Herr L. v. Seidel legt eine Abhandlung des Herrn Dr. Sebastian Finsterwalder, Privatdocent der Mathematik an der technischen Hochschule dahier: „die von optischen Systemen grösserer Oeffnung und grösseren Gesichtsfeldes erzeugten Bilder, auf Grund der Seidel'schen Formeln untersucht" vor. Die Abhandlung ist für die Denkschriften bestimmt.

Ueber die Schwingungsrichtung des polarisirten Lichtes.

Von E. Lommel.

(Eingelaufen 2. Mai.)

Die schönen Versuche des Herrn Wiener,[1]) durch welche derselbe die Existenz stehender Lichtwellen nachwies, haben auch die Frage nach der Schwingungsrichtung des polarisirten Lichtes wieder in den Vordergrund des Interesses und der Discussion[2]) gerückt. Ich nehme hievon Anlass, an von mir vor längerer Zeit mitgetheilte Versuche[3]) zu erinnern, welche die letztere Frage berühren. Lassen sich auch diese einfachen Beobachtungen mit den sinnreichen Experimenten Wiener's an Verdienst nicht vergleichen, so führen sie doch diese Frage mindestens ebensoweit, ja sogar weiter, der Lösung entgegen, als die Wiener'schen Versuche.

Seit Fresnel und Arago steht fest, dass in einem isotropen Mittel die Lichtschwingungen senkrecht zum Strahl in der Wellenebene erfolgen, und dass dieselben im gerad-

1) Wiener, Wied. Ann. 40. p. 203. 1890.

2) P. Drude, Wied. Ann. 41. p. 154. 1890. A. Cornu, C. R. 112. p. 189, 365. H. Poincaré, ib. p. 325, 456. A. Potier, ib. p. 383. J. de phys. (2) 10. p. 101. 1891.

3) Lommel, Wied. Ann. 8. p. 634. 1879.

linig polarisirten Licht in einer durch den Strahl gelegten Ebene stattfinden, welche zu der experimentell stets gegebenen Polarisationsebene entweder senkrecht steht, oder mit ihr zusammenfällt. Von der Lichtschwingung selbst wissen wir aus der Erfahrung nur, dass sie in einem periodisch veränderlichen Zustand besteht, der sich in einem Substrate von unbekannter Beschaffenheit wellenartig fortpflanzt.

Die verschiedenen Theorien des Lichtes unterscheiden sich von einander durch die Annahmen, welche sie über die Eigenschaften des fortpflanzenden Mittels machen. Welcher Art aber auch diese Hypothesen sein mögen, so sind doch die aus ihnen abgeleiteten partiellen Differentialgleichungen, welche den Vorgang der Fortpflanzung transversaler Schwingungen beschreiben sollen, von derselben allgemeinen Form. Aus diesen Gleichungen folgt aber, dass mit jeder solchen Schwingung eine in der Wellenebene zu ihr senkrecht gerichtete ebenfalls periodisch veränderliche Grösse von gleicher Schwingungsdauer und proportionaler Intensität untrennbar verknüpft ist, welche mit demselben Recht wie jene als „Schwingung“ bezeichnet werden kann. In den elastischen Lichttheorien sind diese beiden zu einander senkrechten Richtungsgrössen (Vectoren) einerseits die Verschiebung der Aethertheilchen, andrerseits die Aenderung der die Fortpflanzung bewirkenden elastischen Kraft; in der elektromagnetischen Lichttheorie die elektrische Schwingung und die dazu senkrechte magnetische Schwingung.

Das theoretisch geforderte Vorhandensein zweier verschiedener, vom analytischen Standpunkt aus gleichwerthiger, Richtungsgrössen wird man daher auch bei Ueberlegungen, welche sich an Erfahrungsthatsachen knüpfen, zu berücksichtigen haben.

Die Thatsache der Polarisation aber beweist, dass diese beiden Richtungsgrössen, von denen die eine in der Polari-

sationsebene liegt, die andere zu ihr senkrecht steht, physikalisch von einander wesentlich verschieden sind, und auf die dem Lichte ausgesetzten Körper jedenfalls verschieden einwirken.

Indem wir also in jeder Lichtwelle stets beide Schwingungen als gleichzeitig vorhanden und mit einander untrennbar verbunden annehmen, dürfen wir doch vom physikalischen Standpunkt aus nur diejenige von ihnen als „Lichtschwingung" betrachten, welche Erscheinungen hervorruft, die wir als Lichtwirkungen zu bezeichnen gewohnt sind.

Die Aufgabe, wie man sie bisher gestellt hatte, bestand nun darin, durch Versuche zu entscheiden (denn nur durch Versuche, nicht durch theoretische Betrachtungen, kann nach unserer Ansicht diese Frage entschieden werden), ob im geradlinig polarisirten Licht die Verschiebungen der Theilchen des fortpflanzenden Mittels senkrecht oder parallel zur Polarisationsebene erfolgen.

Mit Rücksicht auf die vorausgeschickten Erörterungen erscheint aber eine andere Fragestellung geboten, und zwar muss die Frage in zwei gesonderte zerlegt werden, nämlich in folgende:

1) Welche von den beiden im geradlinig polarisirten Licht als gleichzeitig vorhanden anzunehmenden Schwingungen, die in der Polarisationsebene oder die senkrecht zu ihr, bringt die Wirkungen hervor, welche wir als Lichtwirkungen bezeichnen, oder: welche von beiden ist die „Lichtschwingung"?

2) Ist diese Lichtschwingung identisch mit der Verschiebung selbst, oder mit der zu letzterer senkrechten periodischen Grösse?

Wir wenden uns zunächst zu der ersten Frage.

Die in der oben citirten Abhandlung mitgetheilten Thatsachen sind die folgenden:

Das rothe Magnesiumplatincyanür, welches in schön ausgebildeten quadratischen Säulen krystallisirt, zeigt dichroitische Fluorescenz, welche besonders schön hervortritt, wenn man sie mit an sich lichtschwachem aber stark erregendem violettem Licht hervorruft.

Erregt man mit polarisirtem Licht, indem man das einfallende violette Strahlenbündel, nachdem es durch ein Nicol'sches Prisma gegangen ist, senkrecht auf eine Seitenfläche des Krystalles treffen lässt, so strahlt die belichtete Fläche scharlachrothes Fluorescenzlicht aus, wenn die Polarisationsebene des einfallenden Lichtes zur Hauptaxe des Krystalles parallel steht, dagegen orangegelbes Fluorescenzlicht, wenn die Polarisationsebene zur Krystallaxe senkrecht steht.

Durch ein zweites Nicol betrachtet, erweist sich das ausgestrahlte Fluorescenzlicht für die genannten beiden Hauptstellungen des ersten Nicols jeweils in demselben Sinne polarisirt wie das erregende Licht, nämlich das scharlachrothe parallel zur Krystallaxe, das orangegelbe senkrecht zu ihr.

Mit dem Spectroskop untersucht, zeigt das scharlachrothe Fluorescenzlicht ein Spectrum, welches von der Wellenlänge $\lambda = 0{,}650\,\mu$ bis zu $\lambda = 0{,}578\,\mu$ reicht und im Orangeroth etwa bei $\lambda = 0{,}600\,\mu$ ein Maximum der Lichtstärke besitzt; das Spectrum der orangegelben Fluorescenzfarbe dagegen erstreckt sich von $\lambda = 0{,}640\,\mu$ bis $\lambda = 0{,}562\,\mu$, und erhebt sich im Gelb bei $\lambda = 0{,}578\,\mu$ zu einem Maximum.

Wir lassen jetzt das horizontale polarisirte Bündel violetten Lichtes auf die Basisfläche des quadratischen Prismas senktrecht treffen, indem wir den Krystall so aufstellen, dass seine Hauptaxe mit der Richtung der einfallenden Strahlen zusammenfällt (Anfangsstellung). Die Basisfläche leuchtet nun mit scharlachrothem Fluorescenzlicht (Spectrum bis $\lambda = 0{,}578\,\mu$), welches unpolarisirt ist, und seinen Farbenton nicht ändert, wenn man den Krystall oder das Nicol um die Strahlenrichtung als Axe dreht.

Versuch A. Nun stellen wir die Polarisationsebene horizontal, und drehen den Krystall, von jener Anfangsstellung ausgehend, um eine verticale Axe, so dass das erregende Licht unter immer grösserem Einfallswinkel auf die Basisfläche trifft; das Fluorescenzlicht bleibt dabei unverändert scharlachroth (Spectrum bis $\lambda = 0{,}578\,\mu$).

Versuch B. Stellt man dagegen die Polarisationsebene vertical und lässt man die einfallenden Strahlen immer schräger auf die Basisfläche treffen, indem man den Krystall wie vorhin aus der Anfangsstellung um eine verticale Axe dreht, so ändert sich die Fluorescenzfarbe, indem sie mehr in's Gelbe zieht, und im Spectroskop verlängert sich das Spectrum bis $\lambda = 0{,}562\,\mu$. Das bei einer bestimmten Stellung des Krystalles jeweils wahrgenommene Fluorescenzspectrum ändert sich jedoch nicht, wenn man die Richtung des Strahles in der festgehaltenen Polarisationsebene ändert.

Bei dem Versuch A bleibt, während der Krystall gedreht wird, die Normale der Polarisationsebene senkrecht zur Krystallaxe; die Fluorescenzfarbe bleibt ungeändert.

Bei dem Versuch B dagegen ändert sich der Winkel, welchen die Normale der Polarisationsebene mit der Krystallaxe bildet; die Fluorescenzfarbe ändert sich ebenfalls.

Es ergibt sich also, dass die Aenderung der Fluorescenzfarbe bedingt ist durch die Aenderung des Winkels, welchen die Normale der Polarisationsebene mit der Krystallaxe bildet, dagegen völlig unabhängig ist von der Lage irgend einer in die Polarisationsebene fallenden Richtungsgrösse gegenüber der Krystallaxe.

Die Fluorescenz erregenden Schwingungen einer geradlinig polarisirten Lichtwelle stehen demnach zur Polarisationsebene senkrecht.

Die oben mitgetheilten an den Seitenflächen des Krystallprismas gemachten Beobachtungen zeigen ferner, dass das

ausgestrahlte Fluorescenzlicht mit dem erregenden Licht jeweils parallel polarisirt ist.

Es folgt daraus, dass auch der Lichteindruck einer geradlinig polarisirten Lichtwelle in unserem Auge durch Schwingungen hervorgebracht wird, welche zur Polarisationsebene senkrecht stehen.

Andrerseits hat Wiener den experimentellen Nachweis geliefert, dass die chemisch wirksamen Schwingungen einer geradlinig polarisirten Lichtwelle zur Polarisationsebene senkrecht stehen.

Da für die Wärmewirkungen einer Lichtwelle die Polarisationsebene dieselbe Lage hat wie für ihre Lichtwirkungen, da ferner die Phosphorescenz von der Fluorescenz im Wesen nicht verschieden ist, so dass beide von E. Wiedemann passend unter der Benennung „Luminescenz" zusammengefasst werden, so ist hiemit für alle Lichtwirkungen, optische, thermische, chemische und Luminescenz-Wirkungen experimentell bewiesen:

Die Lichtschwingungen stehen zur Polarisationsebene senkrecht.

Hiemit ist aber nur die erste unserer beiden Fragen erledigt, und zugleich dargethan, dass alle bekannten Lichtwirkungen nur von dem zur Polarisationsebene senkrechten Schwingungszustand bedingt sind; von vorneherein wäre ja immerhin denkbar gewesen, dass etwa die optischen Wirkungen von der einen, die chemischen Wirkungen von der anderen dazu senkrechten periodischen Grösse abhängig wären.

Die zweite Frage dagegen, ob die Verschiebung der Theilchen des Mediums selbst oder der zu ihr senkrechte Schwingungszustand die wirksame Lichtschwingung ist, bleibt dabei noch offen; für die elastischen Lichttheorien z. B. ist

hiedurch noch nicht zwischen den Hypothesen von Fresnel und von Neumann entschieden. Nach Fresnels Annahme würden die Verschiebungen der Aethertheilchen, nach Neumann die zu den Verschiebungen senkrechten Aenderungen der elastischen Kraft als Lichtschwingungen anzusehen sein; dort müssten die Verschiebungen senkrecht, hier parallel zur Polarisationsebene erfolgen.

Zur Beantwortung dieser zweiten Frage wurden in der citirten Abhandlung etwa folgende Ueberlegungen angestellt. Der Process des Selbstleuchtens, welchen wir Fluorescenz nennen, wird durch den auf den erregbaren Körper treffenden Bewegungszustand des lichtfortpflanzenden Mittels hervorgerufen. Die Versuche zeigen, dass die beobachteten Fluorescenzerscheinungen unabhängig sind von der Richtung, aus welcher die Lichtbewegung dem Körper zugeführt wird, also unabhängig von der Fortpflanzungsrichtung der einwirkenden Strahlen. Die Einwirkung muss also auch unabhängig sein von der periodisch veränderlichen Grösse (Druckänderung, Rotation, Glissement), welche die Fortpflanzung längs des Strahles vermittelt, und welche senkrecht steht zu der durch Fortpflanzungsrichtung und Verschiebungsrichtung gelegten Ebene. Die Wirkung kann also nur abhängig sein von der Verschiebung selbst.

Da bereits dargethan ist, dass die Wirkung nur von der Normale der Polarisationsebene abhängt, so ergibt sich, dass die Verschiebungen des fortpflanzenden Mittels die eigentlichen Lichtschwingungen sind, und demnach senkrecht zur Polarisationsebene erfolgen.

Eine mehr directe Entscheidung der zweiten Frage liesse sich herbeiführen, wenn man in dem fortpflanzenden Mittel Verschiebungen von bekannter Richtung hervorrufen und deren Lage zur Polarisationsebene bestimmen könnte. Für die elektrischen Verschiebungen ist dies möglich, und es sind

in der That von Troughton[1]) und von Klemenčič[2]) Versuche ausgeführt worden, welche beweisen, dass die elektrischen Verschiebungen („displacements") zur Polarisationsebene senkrecht stehen. Nimmt man daher an, dass die Lichtwellen mit den elektrischen Wellen dem Wesen nach übereinstimmen, so ergibt sich wiederum, dass die Verschiebungen des fortpflanzenden Mittels zur Polarisationsebene senkrecht stehen.

1) Troughton, Nature 39. p. 393. 1889.
2) Klemenčič, Wiener Berichte, Feb. 19. 1891.

Sitzung vom 6. Juni 1891.

Herr C. v. Voit machte weitere Mittheilungen über die in seinem Laboratorium seit längerer Zeit in Gang befindlichen Untersuchungen „über die Glykogenbildung nach Aufnahme verschiedener Zuckerarten". Dieselben sollen in der Zeitschrift für Biologie veröffentlicht werden.

Sitzung vom 4. Juli 1891.

1. Herr H. Seeliger bespricht eine von der Kopenhagener Akademie mit der goldenen Medaille gekrönte Arbeit des Herrn Dr. Eduard Frhrn. v. Haerdtl, Dozenten für Astronomie an der k. k. Universität zu Innsbruck: „Skizzen zu einem speziellen Fall des Problems der drei Körper". Dieselbe soll in die Denkschriften aufgenommen werden.

2. Herr W. v. Gümbel legt eine Abhandlung des auswärtigen Mitgliedes, Herrn Prof. Dr. F. v. Sandberger in Würzburg, vor: „über den Erzgang der Grube Sagra

Familia in Costarica und dessen Bedeutung für die Theorie der Erzgänge".

3. Herr W. Dyck überreicht eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes der Classe, Herrn Prof. Dr. Alex. Brill in Tübingen: „über das Verhalten einer Funktion von zwei Veränderlichen in der Umgebung einer Nullstelle".

Ueber den Erzgang der Grube Sagra Familia in Costarica und dessen Bedeutung für die Theorie der Erzgänge.

Von F. v. Sandberger.

(Eingelaufen 4. Juli.)

Die Gebirge der Republik Costarica (Central-Amerika) bestehen nach den bisherigen Forschungen aus verschiedenartigen Gesteinen. Als ältere werden Granit und krystallinische Schiefer angegeben, von welchen goldhaltige Alluvionen abstammen, die früher ergiebig gewesen sein müssen, da Goldschmuck in alten Indianer-Gräbern in nicht unbeträchtlicher Menge gefunden worden ist.[1]) Bergbau auf Gold scheint aber in diesem Gebiete nicht betrieben worden zu sein. Die jüngeren Gesteine, welche jene an vielen Orten durchbrochen haben, sind unter sich wieder von verschiedenem Alter. Ausser Hornblende-Andesiten, die z. B. am Vulkane Chiriqui[2]) vorherrschen, zuweilen aber auch Augit und Quarz enthalten,[3])

1) M. Wagner, Naturwissensch. Reisen im tropischen Amerika, S. 318 ff.

2) Ders. daselbst S. 254 ff.

3) v. Gümbel. Diese Sitzungsber. 1881 S. 357.

kommen reine Augit-Andesite von basaltähnlichem Habitus[1]) vor, jenen ähnlich, welche M. Wagner[2]) in der Umgebung des Cotopaxi gefunden hat. In der mir vorliegenden Literatur ist aber nirgends die Rede von dem Vorkommen letzterer Gesteine in den Urwäldern des westlichen, dem Stillen Ocean zugekehrten Theiles von Costarica, wo sie indess offenbar eine wichtige Rolle spielen. Man wurde erst auf sie aufmerksam, als 1866 ein Erzgang in ihnen entdeckt wurde, der sich als goldhaltig erwies. Es bildete sich ein Consortium, welches unter Leitung des schon vor längerer Zeit verstorbenen trefflichen Bergingenieurs L. Eich aus Oberhessen zwei Jahre lang auf demselben Bergbau betrieb. Die „Sagra Familia" benannte Grube liegt, eine Tagereise von der Stadt Esparsa entfernt, einsam im dichten Urwalde. Das am Ausgehenden mit anderen Zersetzungsproducten der Gangmasse gefundene hochsilberhaltige Gold wurde natürlich in der Teufe nicht mehr getroffen, sondern es traten hier Schwefelmetalle an dessen Stelle, welche behufs der Amalgamation aufbereitet und geröstet werden mussten, aber eine wesentlich geringere Ausbeute ergaben. Die Grube wurde daher, wie mir die s. Z. dort wohnende Wittwe des ehemaligen Leiters mittheilte, 1868 aufgegeben.

Die merkwürdige Mineralassociation, welche den Gang ausfüllt, hatte mich schon bei der ersten Besichtigung der Eich'schen Sammlung lebhaft interessirt[3]) und ich habe daher die Gelegenheit wahrgenommen, letztere für das unter meiner Leitung stehende mineralogisch-geologische Institut der Universität Würzburg zu erwerben. Schriftliche Aufzeichnungen über die Grube Sagra Familia fanden sich im Eich'schen Nachlasse nicht mehr, was sehr zu bedauern ist.

---

1) Ders. daselbst S. 362 ff.

2) A. a. O. S. 531 ff.

3) Jahrb. f. Min. 1874 S. 174.

I. Das Nebengestein des Ganges.

Die aschgraue sehr feinkörnige Grundmasse lässt mit der Lupe zahlreiche kleine, oft noch sehr gut die Viellingsstreifung zeigende farblose Krystalle entdecken, welche zweifellos trikliner Feldspath sind, auch Magneteisenkörnchen erkennt man sehr deutlich, mattschwarze Körnchen, die zuweilen Umrisse der Augit-Form zeigen, fehlen ebenfalls nicht. Viele davon sind aber bereits grün gefärbt und deutlich in Umwandlung zu schuppigem Delessit begriffen, welcher auch in kleinen Mandeln auftritt, die einen Kern von weissem Kalkspath umschliessen. Auf noch stärkere Zersetzung deuten die in ihrer Nähe nicht seltenen rothen Fleckchen, welche die Ausscheidung von Eisen als Oxyd aus Delessit darthun. Seltener zeigen sich auch fettglänzende Körner mit hexagonalem Umrisse fest in der Masse eingewachsen, welche primitiv gebildetem Quarze angehören.

Der mikroskopische Schliff bestätigt die mit der Lupe gemachten Beobachtungen und erweitert sie dahin, dass die Zwischenmasse aus schmutzig grauem Glas neben sehr kleinen Feldspathen und Magneteisen besteht, er lässt seltener auch farblose Durchschnitte von Apatitkrystallen bemerken, welche aber nicht wie gewöhnlich lang-, sondern kurzsäulenförmig erscheinen. Die Feldspathe umschliessen zuweilen kleine Glaszellen, die Augite öfter Magneteisenkörner, Chrysolith war nicht nachzuweisen und ebensowenig Nephelin, auch gelatinirt das Gesteinspulver nicht mit Salzsäure.

Ausser den Gesteinsproben befanden sich von demselben Fundorte, aber offenbar aus dem Schutt von etwas grobkörnigeren Varietäten ausgelesene Krystalle des Feldspaths und des Augits in der Sammlung. Die ersteren zeigen, obwohl schon angegriffen und matt, doch zum Theil noch sehr

gut die Flächen ∞P̆∞ · ∞'P · ∞P' · oP und P∞, stets in deutlicher Verwachsung nach dem brachydiagonalen Flächenpaare. Sie schmelzen vor dem Löthrohr unter rothgelber Färbung der Flamme zu weissem blasigem Email und werden beim Kochen von concentrirter Salzsäure völlig zersetzt, sind demnach Labradorit.

Der Augit erscheint in kleinen, nur im frischesten Kerne noch grünlich schwarzen Krystallen der Combination ∞P · ∞P∞ · ∞P∞ · P, welche gewöhnlich zu Zwillingen nach ∞P∞ verbunden sind, er lässt ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Mangan bemerken. Magneteisen ist, wie schon oben erwähnt, sehr gewöhnlich in ihm eingewachsen.

Das Gestein ist also ein mikroporphyrischer quarzhaltiger Augit-Andesit, welcher in Bezug auf seine Zusammensetzung, in welcher manganhaltiger Augit und Labradorit die wichtigste Rolle spielen, schon länger bekannten des ungarisch-siebenbürgischen Erzgebirges z. B. aus der Gegend von Nagyag, Felsöbanya, Nagybanya u. s. w. ungemein nahe steht,[1]) die dort nicht mit solchen durch Uebergänge verbunden sind, die statt des Augits manganhaltige Hornblende führen, wie z. B. der Andesit von Kapnik. Die häufige Umsetzung des Augits zu Delessit und Kalkspath bedingt aber auch eine gewisse Aehnlichkeit mit manchen Augit-Porphyren[2]) und Melaphyren.

Von grossem Interesse ist das chemische Verhalten des Gesteins. Kocht man das Pulver desselben einen Tag lang mit destillirtem Wasser aus und lässt es dann längere Zeit stehen, so hat das Wasser die löslichen Salze, vorwiegend schwefelsaures Natron, aber auch etwas Chlornatrium, voll-

---

1) Ich konnte mich hiervon an einer Suite überzeugen, welche ich vor Jahren von Herrn Prof. v. Szabo in Pesth erhielt.

2) Kjerulf Christiania-Silurbecken S. 21 f.

ständig gelöst und dieselben sind dann leicht nachzuweisen. Zugleich geht aber auch organische Substanz in Lösung und scheidet sich am Rande der Schale als brauner Ueberzug wieder ab. Ebenso deutet das Verhalten im Glührohre auf ziemlich viel organische Substanz, welche vermuthlich einem Körper aus der Ulminreihe angehört, da neben Wasserdampf starker, dem Paraffin ähnlicher Geruch zu bemerken ist.

Mit kalter Salzsäure entwickelt das Gesteinspulver Kohlensäure, von dem bereits oben erwähnten Kalkspath herrührend, aber keinen Schwefelwasserstoff, der auch beim Erwärmen ebensowenig auftritt, als rothe Dämpfe bei Einwirkung von Salpetersäure. Fertig gebildete Schwefelmetalle sind daher im Gesteine nicht vorhanden.

Salzsäure zersetzt das Pulver bei fortgesetztem Kochen völlig und hinterlässt nur pulverige Kieselsäure und Quarzsplitter, welche beim Reiben mit dem Glasstabe knirschen. Beim Schlämmen bleiben auch nur diese, aber kein Zirkon, Rutil oder Turmalin zurück.

Die Lösung enthielt nach der relativen Menge geordnet: Kieselsäure, Kalk, Natron, Eisenoxydul und Oxyd, Thonerde, Mangan, Titansäure, Phosphorsäure, Kupferoxyd, Antimon, Arsen, Zink, Magnesia, Kali, Blei und Baryt. Silber und Gold waren auf diesem Wege in 10 g nicht zu entdecken. Fast alle diese Elemente treten in mannigfaltigen Verbindungen auf dem Erzgange auf.

Ehe dieser aber genauer besprochen wird, mag es nützlich erscheinen, ein in mehreren Abänderungen in der Nähe, an einem Pina grande benannten Fundorte beobachtetes Gestein zu erwähnen, in welchem aber kein Erzgang erschürft wurde. Die frischeste desselben ist tief schwarzgrau, noch sehr hart = 6, gibt im Glührohre nur ganz wenig Wasser ab und entwickelt keinen brenzlichen Geruch, ebensowenig braust sie mit kalter Salzsäure. Der Habitus ist aber ganz jener des Gesteins von Sagra Familia, nur fehlt

der Quarz im Gemenge gänzlich. Die Augite sind grösser und Delessit-Mandeln seltener und dunkler gefärbt als in jenem. Die Augite zeigen durchweg die Combination $\infty P \infty \cdot \infty P \cdot \infty P \infty$ mit bald stärkerer bald geringerer Entwickelung von P; Zwillinge sind weniger häufig zu bemerken. Mangan ist in ihnen nicht zu entdecken. Der Schliff ist jenem des ersten Gesteins im höchsten Grade ähnlich, nur ist Glas in der Zwischenmasse und in den Feldspathen reichlicher vorhanden. In der salzsauren Lösung des Gesteins fehlen Mangan, Zink, Kupfer, Antimon und Arsen gänzlich, die übrigen Bestandtheile sind dieselben wie oben.

Die zweite aschgraue Varietät ist schon etwas zersetzt und braust mit kalter Salzsäure, der Feldspath erscheint durchweg angegriffen und matt, die Augite sind zum Theil noch frisch, zum Theil in Delessit umgewandelt, welcher auch in grösseren und kleineren Mandeln zu beobachten ist. Ausserdem treten aber bis haselnussgrosse Ausscheidungen eines weissen fast dichten, nur stellenweise verworren strahligen Minerals auf. Dasselbe gibt im Glührohre ziemlich viel Wasser ab, schmilzt vor dem Löthrohre nach vorherigem Aufblähen unter intensiv rothgelber Färbung der Flamme zu weissem blasigem Email und gelatinirt mit heisser Salzsäure ausgezeichnet. Ich kann es daher nur für Mesotyp halten, wofür auch die Härte spricht. Der stark angegriffene Zustand des Feldspaths (Labradorits) lässt nicht bezweifeln, dass sich dieser Zeolith auf Kosten desselben gebildet hat.

Noch stärker zersetzt ist die dritte schmutzig röthlichgraue, thonig riechende und weiche Varietät, ein wahrer, von Hunderten erbsengrosser Mesotyp-Mandeln erfüllter Mandelstein, in dessen weicher Grundmasse die Augite und Feldspathe nur noch an den Umrissen ihrer Krystallformen zu erkennen sind. M. Wagner erwähnt bereits ein solches Gestein aus der Nähe der Panama-Eisenbahn.

II. Die Ausfüllung des Ganges.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu der Besprechung des Ganges zurück, dessen Mächtigkeit nach den vorliegenden Stücken zu schliessen höchstens 0,2 m betragen zu haben scheint, und gebe zunächst eine Anzahl von Beispielen für die Paragenesis desselben.

1. 1) Grobkörniger weisser Kalkspath I, in Drusen im Grundrhomboeder krystallisirt und häufig überzogen von einer Lage von 2) lichtem Braunspath. 3) Quarz II in drusigen Ueberzügen. 4) Weisser Aragonit in strahlig gruppirten Nadeln.

2. 1) Derselbe Kalkspath im Gemenge mit graulichweissem Quarz I mit eingesprengten Kiesen, der ihn an vielen Stellen völlig verdrängt. In Drusen 2) Quarz II ($\infty R + R$) überzogen von Wad und jüngstem Kalkspath III ($-2R$).

3. 1) Weisser Quarz im Gemenge mit 2) viel Rosenspath. In Drusen über letzterem 3) Quarz II ($\infty R + R$). 4) Manganocalcit in rosenrothen Büscheln.

4. 1) Zersetzter Rosenspath. 2) Quarz II stellenweise mit Hervorragungen tafelartiger, jetzt ganz von ihm verdrängter Krystalle (Schwerspath?). 3) Manganbraunspath (R) in Gruppen und in hohlen Pseudomorphosen nach Kalkspath II ($-2R$).

5. 1) Weisser Quarz mit eingesprengten Schwefelmetallen (Fahlerz, Zinkblende, Kupferkies) in zusammenhängenden Lagen oder in unregelmässig gestalteten Nieren, welche von 2) Rosenspath mit denselben Erzen rings umgeben stellenweise eine ausgezeichnete Cocarden-Structur annehmen. In Drusen über 3) Quarz II. 4) Manganbraunspath (R) und Büschel von Manganocalcit.

6. Rosenspath und Quarz I mit grösseren derben Massen von reinem oder mit Zinkblende verwachsenem Kupferkies.

7. Dieselben mit vorherrschender Zinkblende und wenig Fahlerz.

8. 1) Dieselben mit viel derbem Fahlerz. In Drusen letzteres schön krystallisirt ($+\frac{O}{2}\cdot\infty O$). 2) Quarz II ($\infty R + R$). 3) Manganbraunspath (R). 4) Manganocalcit in strahligen Büscheln.

9. 1) Weisser Quarz mit einem schmalen Streifen von derber Zinkblende, verwachsen mit bleihaltigem Enargit. Ueber diesem 2) Ziegelerz, 3) blassgrüner Malachit und Kupferlasur, 4) Kupfermanganerz und 5) Weissbleierz in schönen Krystallen (s unten).

10. 1) Zerfressener Quarz mit einem Streifen von zersetztem Kupferkies. 2) Ziegelerz. 3) Gyps in langen Säulchen, farblos oder im Gemenge mit Malachit und Kupferlasur grün und himmelblau gefärbt.

11. 1) Weisser Quarz mit eingesprengtem Kupferkies und Zinkblende. In Drusen Büschel von 2) Manganocalcit. Auf Klüften 3) zahlreiche Gruppen von farblosem oder braunem Pyromorphit bald mehr bald weniger gemengt mit 4) traubigem und kugeligem Malachit.

12. 1) Weisser, stark zerfressener Quarz. 2) Kupfermanganerz in dicken traubigen und kugeligen Ueberzügen.

13. 1) Weisser stark zerfressener Quarz. 2) In Höhlungen Quarz II $\infty R + R$ überzogen von 3) Wad, welches auch den jüngsten sonst farblosen Kalkspath 4) ($-2R$) ganz erfüllt und dunkel färbt.

14. 1) Quarz, stark zerfressen, die meisten Höhlungen sind nur von 2) Wad in pulverigem Zustande erfüllt, in kleinen ist aber auch Silbergold in dünnen Blechen (s. unten) ausgeschieden.

15. 1) Zerfressener Quarz I mit Nestern von Kupferkies. Auf Klüften 2) gediegenes Kupfer in kleintraubigen und kugeligen Aggregaten, oberflächlich mit 3) Malachit bedeckt, unter welchem beim Anschlagen eine dünne Schicht von pulverigem Rothkupfererz hervortritt.

Die auf dem Gange vorkommenden Mineralien sind nun noch im Einzelnen zu schildern, ehe zu allgemeinen Betrachtungen über dessen Bildungsweise übergegangen werden kann.

1. Kalkspath ist in Form derber grobkörniger Massen von weisser Farbe das unzweifelhaft älteste Mineral und enthält ausser Kalk nur Spuren von Eisen- und Manganoxydul. In den nicht häufigen Drusen erscheint er im Grundrhomboeder R krystallisirt. Die zweite Generation ist hauptsächlich durch hohle Pseudomorphosen von Braunspath nach ihr angedeutet, welche die Form $-2R$ besitzen. Die dritte weit jüngere endlich ist farblos oder durch Wad, auf welchem sie aufsitzt, und welches ihr oft innig beigemengt ist, bräunlich schwarz gefärbt. Sie stellt den bei der Oxydation des Rosenspaths und Manganspaths unverändert abgeschiedenen kohlensauren Kalk desselben dar, wie das ja auch bei der Zersetzung kalk- und manganhaltiger Eisenspathe, besonders schön z. B. jenes von Lölling[1]) und Hüttenberg in Kärnthen zu beobachten ist.

Aragonit tritt nur vereinzelt als sehr junge Bildung auf.

2. Quarz ist in zwei Generationen vorhanden, von welchen die ältere nur derb und von graulichweisser bis weisser Farbe vorkommt und mehrfach von Rosenspath umschlossen, aber auch mit diesem wechselnd auftritt. Die zweite kommt nur in dünnen Lagen vor und ist an der Oberfläche stets in der Form $\infty R + R$ krystallisirt, auch ragen zuweilen

1) Sehr gute Belegstücke für diesen Fundort verdanke ich Herrn Bergrath F. Seeland.

tafelartige Pseudomorphosen aus ihr heraus. Diese zeigen ganz den gewöhnlichen Habitus von solchen nach Schwerspath, doch war letzterer in frischem Zustande an keinem Gangstücke zu entdecken und in der Lösung des Gesteins fanden sich auch nur Spuren von Baryt.

3. Rosenspath (Kalk-Manganspath).[1] Dieses absolut mit dem Vorkommen von Kapnik übereinstimmende licht rosenrothe Mineral, bildet gewöhnlich, wie dort, innig mit Quarz gemengt, derbe Massen, an welche die Erze hauptsächlich gebunden sind. Krystallisirt habe ich es nicht gesehen. Es enthält neben überwiegendem kohlensaurem Manganoxydul auch Eisenoxydul und viel Kalk, Magnesia war aber nicht nachzuweisen.

4. Der Braunspath, stets in dem Grundrhomboeder R krystallisirt, ist bald ärmer, bald reicher an Mangan- und Eisenoxydul. Wo er auf Kalkspath I auftritt und dessen Krystalle in symmetrischer Anordnung bedeckt, erscheint er fast rein weiss und arm an den erwähnten Schwermetallen; wo er aber auf Quarz II aufsitzt, zeigt er eine blass rosenrothe Farbe und grösseren Gehalt an diesen Oxyden. Seine Zusammensetzung scheint ungefähr jener zu entsprechen, welche Beudant[2] für ein ungarisches Vorkommen ermittelt hat und in welcher 22,80% Manganoxydul angegeben werden, Magnesia aber ebensowohl wie bei dem hier besprochenen Minerale fehlt. Die meist sehr gut ausgebildeten Krystalle gehören ausnahmslos dem Grundrhomboeder an. Die netten, aber nicht sehr grossen hohlen Pseudomorphosen nach Kalkspath (−2R) gleichen den von Schemnitz bekannten grösseren in hohem Grade.

5. Manganocalcit erscheint in blass rosenrothen strahligen Büscheln über Nr. 4 und ist äusserlich von dem Schem-

1) Breithaupt, Vollst. Handb. d. Mineralogie II S. 228 f.
2) Traité p. 353.

nitzer Vorkommen, von welchem mir eine hübsche Suite zur Vergleichung vorliegt, in keiner Weise zu unterscheiden. Doch fehlt auch ihm die kohlensaure Magnesia. Da die Flächen der zu Büscheln zusammengehäuften Krystalle immer matt und nie ganz eben sind, so ist an Messung nicht zu denken und leider sind auch alle Versuche, messbare Spaltungsstückchen zu erhalten, vergeblich geblieben. Seinem Auftreten nach bildet der Manganocalcit hier, wie zu Schemnitz, das jüngste manganhaltige Carbonat und verhält sich also zum Rosenspath ganz so, wie viele junge Kalkspath- und Aragonit-Absätze zum älteren Kalkspath,[1]) d. h. er ist vermuthlich aus verdünnten Lösungen abgesetzt.

6. Kupferkies ist auf dem Gange theils rein, theils mit Zinkblende gemengt sehr häufig und nicht unbedeutend silber-, vermuthlich aber auch goldhaltig, wie der Kupferkies von Schapbach im Schwarzwalde, aus Südafrika u. a. O. Auf Kluftflächen ist er gewöhnlich schon in Umwandlung zu Kupferglanz und Kupferindig[2]) begriffen, die dann die Bildung von Brauneisenstein, Malachit, Kupfermanganerz und gediegenem Kupfer einleitet.

7. Fahlerz. Eisenschwarz mit schwarzem Strich, meist derb, aber in Drusen zuweilen in erbsengrossen Krystallen $+\frac{O}{2}\cdot\infty O$ beobachtet, die stellenweise auch $+\frac{2O2}{2}$ und Andeutungen von $\infty O\infty$ zeigen. Ausser Kupfer und Eisen enthält das Erz reichlich Antimon und etwas Arsen, aber weder Zink noch Silber, wodurch es sich von dem sonst sehr ähnlichen Erze von Kapnik wesentlich unterscheidet; auch Wismuth und Kobalt wurden nicht gefunden. Das Fahlerz kam reichlich vor.

1) z. B. in den Drusen der Dolomite der Lettenkohlengruppe. Sandberger, diese Sitzungsber. 1872 S. 9 ff.

2) Ich habe diesen Zersetzungsprocess s. Z. ausführlich in meinen Untersuchungen über Erzgänge I S. 100 f. besprochen.

8. Enargit. Findet sich nur an einem Gangstücke derb und in Verwachsung mit der gleich zu besprechenden Zinkblende. Das Verhalten des Erzes im Glührohre und seine deutliche Spaltbarkeit lässt über die Natur desselben keinen Zweifel. Es enthält neben Kupfer, Arsen und Eisen auch Blei, und zwar wie es scheint etwas mehr als der Enargit der Sierra Famatina in Argentinien.

9. Zinkblende. Tief schwärzlichbraun, in dünnen Blättchen mit honigbrauner Farbe durchsichtig, kommt dieselbe in grob krystallischen Massen von hohem Glanze und ausgezeichneter Spaltbarkeit vor und bildet mit den vorstehend geschilderten Schwefelmetallen gemengt Erzmittel. Sie ist eigenthümlich zusammengesetzt und namentlich durch einen höheren Mangangehalt ausgezeichnet, als ich ihn bisher in Blenden beobachtet habe,[1]) daneben auch wie der Enargit durch einen kleinen Gehalt an Blei, der von Einmengungen nicht herrühren kann, da Bleiglanz auf dem Gange gänzlich fehlt. Sonst enthält die Zinkblende Zink, Eisen und etwas Cadmium, wie gewöhnlich, Silber und Zinn wurden nicht nachgewiesen und Kupfer nur in Spuren.

10. Gyps, meist mit Malachit oder Kupferlasur gemengt, erscheint in Form kleiner stark in der Richtung der Hauptaxe verlängerter Nadeln $\infty P \quad -P \cdot {}^1/_3 P\infty$, ist aber in Folge seiner Löslichkeit in Wasser nur in geringer Menge erhalten geblieben.

11. Kupferlasur. In kleinen Drusen über Malachit auf zersetztem Enargit oft in prächtig blauen, aber kleinen Krystallen $\infty P \cdot oP \cdot {}^1/_3 P\infty$, $\infty P\infty$ ist kaum angedeutet.

12. Malachit. In dünnen Ueberzügen auf demselben Schwefelmetalle, häufiger aber auf Kupferkies, sowie auf ge-

1) Den höchsten (2,66%) hat man in der schwarzen Blende von Breitenbrunn (Christophit Breith.) gefunden, welche auch in Cornwall und bei Villeder (Dép. Morbihan) vorkommt.

diegenem Kupfer und in kugeligen Häufchen neben und über Pyromorphit auf Klüften von derbem Quarz I.

13. Weissbleierz mit den erwähnten Kupfercarbonaten derb und in sehr hübschen, aber kleinen Krystallen $\infty\breve{P}\infty \cdot \infty P \cdot oP \cdot 2\breve{P}\infty$ auf Enargit.

14. Pyromorphit. In langen farblosen bis braunen Säulchen $\infty P \cdot oP$ auf Klüften von Quarz. Enthält nur Spuren von Kalk und kein Arsen. Das Bleioxyd rührt nach dem begleitenden Malachit zu schliessen aus Enargit her, die Phosphorsäure ist im Apatit des Nebengesteins nachgewiesen.

15. Gediegen Kupfer in traubigen und kugeligen Ueberzügen auf Quarz, scheint Seltenheit.

16. Silbergold. Dünne, sehr licht weisslichgelbe Blättchen, welche ausnahmlos ein schiefwinkelig gestricktes, äusserst feines, zuweilen auch gekrümmten Federfahnen ähnliches Balkenwerk darstellen, wie diess in Folge Wachsthums nach den trigonalen Zwischenaxen[1]) bei gediegen Silber häufig auftritt. Die Erscheinung ist mir aber bei Gold niemals in solcher Schönheit zu Gesicht gekommen. Ausserdem kommen auch gekrümmte Drähte vor. Die Analyse ergab in 100 Theilen Silber 43,05, Gold 56,95. Stets in zerfressenem mit Wad gemengtem Quarze.

17. Kupfermanganerz, oft in ziemlich dicken traubigen Ueberzügen auf Klüften von Quarz I und über Malachit, aus dem es sich gebildet zu haben scheint. Schon früher[2]) habe ich auf diese Bildungsweise aufmerksam gemacht.

18. Schuppiges Wad erfüllt in oberster Teufe alle Höhlungen des Quarzes als Restproduct der Oxydation der manganhaltigen Carbonate.

1) Ad. Knop, Molekular-Constitution und Wachsthum der Krystalle S. 54 Fig. 10 und S. 68.

2) Untersuchungen über Erzgänge I S. 123.

Wie man sieht, sind auf dem Gange sämmtliche im Nebengesteine nachgewiesenen Elemente mit Ausnahme der Thonerde, Titansäure und der Alkalien in Form von freier Kieselsäure, sowie von kohlensauren und Schwefel-Verbindungen wieder zur Ablagerung gekommen und zwar in bestimmter Reihenfolge. Die Hauptmasse des verfügbaren Kalkes findet sich im älteren Kalkspath, die bei Zersetzung des Feldspaths abgeschiedene Kieselsäure im Quarz I wieder, doch blieben Lösungen derselben auf dem Gangraume noch längere Zeit zurück, welche theils mit anderen Elementen, namentlich Manganoxydul und Eisenoxydul zur Bildung anderer Verbindungen verbraucht wurden, theils selbstständig als jüngere Kalkspathe und Quarze wieder zum Vorschein kommen. Der jüngere Quarz erscheint stets in der auf den Schemnitzer Gängen allgemein verbreiteten Form. Das Manganoxydul, welches den reichlich vorhandenen Rosenspath (s. oben), einen der charakteristischsten Bestandtheile des Erzgangs geliefert hat, ist schwerer löslich als der kohlensaure Kalk und erscheint deshalb später im Gangraume. Es rührt hier ebenso zweifellos aus manganhaltigem Augit her, wie anderswo z. B. zu Kapnik, Schemnitz, Vöröspatak, Offenbanya u. a. O. aus manganhaltiger Hornblende und auf gewissen Freiberger Gängen aus manganhaltigem Glimmer. Reines Schwefelmangan, welches anderwärts z. B. zu Offenbanya, Kapnik und Nagyag, in Mexico u. s. w. den Manganspath begleitet, kommt auf Sagra Familia nicht vor, wohl aber eine ungewöhnlich hoch manganhaltige Zinkblende.

Da sich im Nebengesteine reichlich schwefelsaures Natron und organische Substanz befindet, so waren alle Bedingungen zur Bildung von Schwefelnatrium vorhanden. Die Schwermetalle, welche vermuthlich als kieselsaure oder kohlensaure Salze aus dem zersetzten Nebengesteine auf den Gangraum geführt wurden, konnten daher alsbald als Schwefelmetalle niedergeschlagen werden und müssen schon darum auf diesem

Wege gebildet sein, weil Schwefelzink aus anders beschaffenen, d. h. sauren Lösungen überhaupt nicht ausgefällt wird. Die Schwefelmetalle treten, wie ihre stete Verwachsung mit einander zeigt, gleichzeitig auf und auf sie folgen nur noch jüngere Generationen von Quarz und kohlensauren Salzen. Kupfer, Zink, Blei, Antimon und Arsen sind schon vollständig ausgefällt und haben sich ihrer chemischen Affinität gemäss in Fahlerz und den sehr seltenen, ähnlich zusammengesetzten Enargit (s. oben), Kupferkies und Zinkblende gesondert, wobei Antimon, Arsen und Blei ausschliesslich zur Bildung von Fahlerz resp. Enargit, der Rest des Kupfers aber zu solcher von Kupferkies in Anspruch genommen wurde. Der letztere enthält auch die geringen Mengen von Silber (und wohl auch Gold), welche vorhanden waren. Ich werde auf letztere später zurückkommen.

Da sich der Gang in der Teufe immer weniger mächtig zeigte und auf ihm Kalkspath, nicht aber Aragonit als ältestes Glied in Menge auftrat, so erscheint die plutonische Hypothese der Bildung von Erzgängen durch aufsteigende heisse Quellen, wie für fast alle anderen Gänge so auch hier ausgeschlossen,[1]) sie wird ja auch durch die einfache Thatsache widerlegt sein, dass sich alle Gangmineralien ganz ungezwungen durch Auslaugung des Nebengesteins durch Flüssigkeiten von keinenfalls hoher Temperatur erklären lassen, ganz so wie ich diess auch für die Gänge von Schapbach, Wolfach, Wittichen, Freiberg, Joachimsthal, Přibram u. s. w. nachgewiesen habe. Dass diese Anschauung noch nicht überall durchgedrungen ist, ist wohl darin begründet, dass das Nebengestein, wie es leider noch häufig geschieht, gar nicht oder nur oberflächlich untersucht worden ist.

1) Die wenigen Fälle, in welchen die Theorie Platz greifen muss, glaube ich in meinen Untersuchungen über Erzgänge II S. 160 f. vollkommen gewürdigt zu haben, die nicht gar seltenen Descensions-Gänge ebenfalls daselbst S. 243 ff.

Die Vergleichung des Ganges von Sagra Familia mit jenen von Schemnitz, Felsöbanya, Kapnik, Nagyag, Vöröspatak und gewissen Nevadas (Austin) und Mexicos, welche ebenfalls reichlich kohlensaures und kieselsaures Manganoxydul nebst übereinstimmenden Erzen führen und in Andesiten mit manganhaltiger Hornblende[1]) oder Augit aufsetzen, ergibt die allergrösste Aehnlichkeit, die man ja in jeder grösseren Sammlung leicht constatiren kann. Nur der sonst überall vorkommende Bleiglanz ist auf Sagra Familia nicht vertreten. In älteren Gesteinen kommen Gänge mit ähnlicher Art der Ausfüllung nur äusserst selten vor, wie manche bei Freiberg. Es wäre gewiss am Platze, diese unter dem Namen „Manganspath-Formation" zu vereinigen und als besondere Abtheilung von Breithaupt's „klinoëdritischer Blei-Zink-Formation" zu unterscheiden.

Was die secundären Mineralien der oberen Teufe betrifft, so ergaben sich kaum besonders interessante Thatsachen. Die kupfer- und bleihaltigen Erze liefern wie gewöhnlich zunächst schwefelsaure Salze, welche durch den reichlich vorhandenen kohlensauren Kalk in Gyps und kohlensaure Metalloxyde umgesetzt werden. Die edlen Metalle scheiden sich, weil unoxydirbar, als Silbergold ab, ein Theil des Malachits mag wohl durch reichlich vorhandene organische Substanz zu gediegenem Kupfer reducirt worden sein, da älteres Rothkupfererz, welches etwa durch Schwefelsäure in schwefelsaures Kupferoxyd und gediegenes Metall gespalten worden sein könnte, auf dem Gange nicht nachzuweisen war. Das kohlensaure Manganoxydul geht durch Oxydation zu Hyperoxyd in Wad über. Nur ein Theil des Kupfers ist auch mit ebensolchem Hyperoxyd zu einer Verbindung, dem Kupfermanganerz zusammengetreten. Damit glaube ich die Verhältnisse des Ganges vollständig erläutert zu haben.

1) Die manganreichste von diesen (8% MnO) ist wohl Breithaupt's Gamsigradit (Berg- u. Hüttenmänn. Zeitung XX. S. 33).

Ueber das Verhalten einer Function von zwei Veränderlichen in der Umgebung einer Nullstelle.

Von A. Brill in Tübingen.

(Eingelaufen 4. Juli.)

Das Verfahren, nach welchem man eine algebraische Function von einer Veränderlichen in der Nähe einer Stelle, wo sie einfach oder in höherer Ordnung verschwindet, in Potenzreihen zu entwickeln pflegt, rührt bekanntlich von Newton her, der in der Abhandlung „Analysis per quantitatum series, fluxiones" etc. gelegentlich der Auflösung numerischer Gleichungen auch den Fall betrachtet, dass die Coefficienten einer Gleichung nicht Zahlen, sondern von einer Veränderlichen (species indefinita) abhängige Grössen sind. Danach nimmt jede Wurzel die Form einer nach ganzen oder gebrochenen Potenzen der Variabeln fortschreitenden Reihenentwicklung an; die Coefficienten lassen sich durch Einsetzen bestimmen, wenn zuvor die Bruchformen der Exponenten mit Hilfe des bekannten Parallelogramms ermittelt sind.

Neuere Arbeiten haben sich mit dem Nachweis des Convergenzbereiches dieser Reihen und mit der Beseitigung des Parallelogramms beschäftigt, aber die Grundlage unberührt gelassen. Indessen ist das Newton'sche Verfahren ein indirectes und steht gegenüber einem, das mit identischen Umformungen operirt, in mancher Hinsicht zurück.

Wenn man jede Wurzel ohne Rücksicht auf die bereits gefundenen für sich bestimmt, so bedarf es, bei strenger Behandlung, nachträglich des Beweises der Vollzähligkeit; im Falle einer irreducibeln Gleichung des mühsamen Nachweises, dass alle verschieden sind u. s. w. Dies wird entbehrlich, wenn man jene Reihenentwicklungen nicht durch Verification vorläufiger Annahmen herstellt, sondern durch identische Zerlegung der linken Seite derjenigen Gleichung

$$F(xy) = 0,$$

die in der Umgebung der Stelle, für welche die ganze Function F von x und y verschwindet, y als algebraische Function von x definirt, wobei denn, wenn etwa $x = 0$, $y = 0$ diese Stelle ist, soviele Linearfactoren von der Form:

$$y - \mathfrak{P}(x)$$

entstehen — unter $\mathfrak{P}$ eine mit x verschwindende Potenzreihe verstanden — als Entwicklungen von y nach Potenzen von x existiren, die jene Gleichung befriedigen.

Soviel ich weiss, hat man eine solche directe Zerlegung noch nicht versucht, wiewohl der Gedanke nahe liegt und auch für die Theorie der Functionen von zwei Veränderlichen verwerthbar ist. Eine gewisse Schwierigkeit, der man gleich anfangs begegnet, führte mich auf einen für die Functionentheorie bedeutsamen Satz, der, wie ich später bemerkte, bereits von Herrn Weierstrass in allgemeinster Form ausgesprochen worden ist, und der die Ueberführung der Function $F(xy)$ in eine nothwendige Form bezweckt. An dieser „reducirten" Form vollzieht sich dann die Spaltung in Linearfactoren ohne Weiteres, ausgenommen den Fall, dass sich die Glieder niederster Dimension zu einer Potenz vereinigen. Die quadratische Transformation, deren man sich sonst in diesem Fall zur Trennung der Wurzeln zu bedienen pflegt, reicht nicht aus, wenn es sich darum handelt, den Grad hinsichtlich einer der Variabeln zu erhalten. Ich benutze eine solche

von höherer Ordnung, die eindeutig nicht umkehrbar ist. Es ist dann nur noch zu zeigen, dass der Spaltungsprocess convergente Factoren liefert.

Die Ausführung enthält das Folgende.

1.

Wenn für $x = 0$, $y = 0$ die ganze Function, oder, wie ich allgemein annehmen will, die gewöhnliche Potenzreihe nach x, y $F(xy)$ verschwindet, so kann man durch eine Transformation von der Form:

$$x' = x + ay$$

die Reihe F so umgestalten, dass das Aggregat der Glieder niederster (n-ter) Dimension für $x = 0$ sich auf y^n reducirt. Multiplicirt man dann F mit einer Reihe von der Form:

$$\alpha = 1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \cdots,$$

wo die Indices die Dimension des betreffenden Gliedes in x, y angeben, so lässt sich bei passender Bestimmung der Coefficienten der α_i das Product in die Form einer Reihe f bringen:

$$\alpha F = f = f_n + x^2 f_{n-1} + x^3 f'_{n-1} + \cdots,$$

welche y in nicht höherer als der n-ten Potenz enthält. Vergleicht man links und rechts die Glieder gleichhoher Dimension, so erhält man gleichzeitig die Coefficienten der Polynome α_i und der $f^{(i)}_{n-1}$ in eindeutiger Weise. Ich übergehe hier das Nähere dieses Verfahrens sowie auch den leicht zu erbringenden Nachweis, dass es eine innerhalb gewisser Grenzen in der Umgebung von $x = 0$, $y = 0$ convergente Reihe f liefert, nachdem dies in anderer Weise von Herrn Weierstrass (Functionentheorie, 1886, S. 107) und in weiterer Ausführung für den Fall von zwei Veränderlichen von Herrn Stickelberger (Math. Annalen Bd. 30) gezeigt worden ist.

Ordnet man f nach Potenzen von y, so kommt, weil y^n nur einmal, nämlich in dem Term niederster Dimension auftritt,

$$\begin{aligned} f &= f_n + x^2 f_{n-1} + x^3 f'_{n-1} + \cdots \\ &= y^n + y^{n-1} x \mathfrak{P}'(x) + y^{n-2} x^2 \mathfrak{P}''(x) + \cdots + x^n \mathfrak{P}^{(n)}(x), \end{aligned}$$

wo die $\mathfrak{P}$ gewöhnliche Potenzreihen von x sind.

Wie sich nun eine ganze Zahl dadurch in Primfactoren zerlegen lässt, dass man sie zunächst in das Product von zwei kleineren verwandelt, dann mit diesen so fortfährt, bis man zuletzt bloss Primzahlpotenzen erhält, so kann man die hinsichtlich y ganze Function f zunächst in zwei Entwicklungen zu zerlegen verlangen, die in y von niederem Grade sind als f und wiederum in „reducirter" Form erscheinen, und mit diesen so fortfahren.

Diese Aufgabe lässt immer und nur eine Lösung zu, wenn die Anfangsglieder φ_p und ψ_q der neuen Entwicklungen:

$$\begin{aligned} f = \varphi\psi = (\varphi_p + x^2 \varphi_{p-1} + x^3 \varphi'_{p-1} + \cdots) \\ (\psi_q + x^2 \psi_{q-1} + x^3 \psi'_{q-1} + \cdots), \end{aligned}$$

wo $$f_n = \varphi_p \psi_q$$

also $$p + q = r$$

ist: 1) durch irgend welche vorgängige Spaltung des homogenen Ausdrucks f_n ermittelt sind und 2) keinen Factor gemeinsam haben.

Vergleicht man nämlich beiderseits die Glieder gleichhoher Dimension, so kommt

$$\begin{aligned} f_n &= \varphi_p \psi_q \\ f_{n-1} &= \varphi_p \psi_{q-1} + \psi_q \varphi_{p-1} \\ f'_{n-1} - x \varphi_{p-1} \psi_{q-1} &= \varphi_p \psi'_{q-1} + \psi_q \varphi'_{p-1} \\ f''_{n-1} - x(\varphi_{p-1} \psi'_{q-1} + \psi_{q-1} \varphi'_{p-1}) &= \varphi_p \psi''_{q-1} + \psi_q \varphi''_{p-1} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}$$

Aus diesen identischen Gleichungen lassen sich aber, nach einem bekannten Satze der Algebra, die hinsichtlich

x, y ganzen homogenen Functionen $\varphi_{p-1}, \psi_{q-1}; \varphi'_{p-1}, \psi'_{q-1}$; .... paarweise der Reihe nach eindeutig bestimmen, wenn man die aus den vorhergehenden berechneten jedesmal in die folgenden Gleichungen einführt. Nur wenn φ_p und ψ_q einen Theiler gemeinsam haben, also insbesondere wenn f_n die n-te Potenz eines Linearfactors ist, versagt das Verfahren. Hat aber f_n ungleiche Linearfactoren, so kann man die Zerlegung von f soweit fortsetzen, bis die Einzelreihen mit Potenzen von Linearfactoren beginnen, und bei bloss ungleichen Factoren von f_n wird durch wiederholte Spaltung f in lauter Linearfactoren (hinsichtlich y) von der Form zerlegt:

$$y + a_0 x + a'_0 x^2 + a''_0 x^3 + \cdots,$$

wo die a_0 Constante sind.

Für diese zunächst formale Operation ist später der Nachweis der Convergenz zu erbringen.

2.

Vorher möge der Fall untersucht werden, dass f_n einen p-fachen Factor ($p > 1$):

$$\varphi_p = (y + ax)^p$$

besitzt. Die zugehörige Entwicklung, von den anderen abgetrennt, sei von der Form:

$$\varphi = (y + ax)^p + x^2 \Phi_{p-1} + x^3 \Phi'_{p-1} + \cdots$$

Setzt man

$$y + ax = y_1, \qquad x = x_1,$$

so gewinnt φ die Gestalt:

$$\varphi = y_1^p + x_1^2 \varphi_{p-1} + x_1^3 \varphi'_{p-1} + \cdots$$

Man ordne jetzt die Glieder nach ihrem Grad in x_1 und schreibe der Reihe nach diejenigen an, deren Coefficienten von Null verschieden sind

$$y_1^p;\ x_1^\alpha y_1^{p-\beta};\ x_1^\gamma y_1^{p-\delta};\ x_1^\varepsilon y_1^{p-\zeta};\ \cdots$$

wo $$\alpha - \beta > 0;\ \gamma - \delta > 0;\ \varepsilon - \zeta > 0; \cdots$$
ist und $$\alpha \leqq \gamma \leqq \varepsilon \leqq \cdots$$
ebenso wie $\beta, \delta, \zeta, \cdots$ ganze positive (von Null verschiedene) Zahlen sind. Nun bilde man die (unächten) Brüche:

$$\frac{\alpha}{\beta};\ \frac{\gamma}{\delta};\ \frac{\varepsilon}{\zeta}; \cdots,$$

und nehme den dem Werth nach kleinsten. Dies erfordert jedenfalls die Aufstellung nur einer endlichen Zahl von Quotienten, weil ihr Werth mit wachsender Dimensionszahl zunimmt, indem der Zähler wächst, während der Nenner die Grösse p nicht überschreitet.[1])

Sei dieser Quotient, auf die einfachste Form gebracht, gleich $\iota/\varkappa$, seien also ι und $\varkappa$ theilerfremd und

$$\frac{\alpha}{\beta} \geqq \frac{\iota}{\varkappa};\ \frac{\gamma}{\delta} \geqq \frac{\iota}{\varkappa};\ \frac{\varepsilon}{\zeta} \geqq \frac{\iota}{\varkappa}; \cdots$$

Führt man dann in die vorliegende Reihe neue Variabelen ein mittelst der Formeln

$$y_1 = y_2\, x_2^{\iota - 1}$$
$$x_1 = x_2^{\varkappa},$$

so wird das Glied

$$y_1^p = y_2^p\, x_2^{p(\iota - 1)}$$

hinsichtlich x_2, y_2 von der Dimension $p\iota$, während die Dimension irgend eines anderen Gliedes

$$y_1^{p-\nu}\, x_1^{\mu}$$

gleich $$(p - \nu)\iota + \varkappa\mu = p\iota + \nu\varkappa\left(\frac{\mu}{\nu} - \frac{\iota}{\varkappa}\right),$$

also höher als $p\iota$ wird, ausser für diejenigen Glieder, für welche, wie für das den Zahlen $\iota, \varkappa$ entsprechende, jener

1) Man hat höchstens bis zu demjenigen Grad in x_1 fortzuschreiten, der durch die in dem Bruch $\frac{\alpha}{\beta}\, p$ enthaltene ganze Zahl sich ausdrückt.

Quotient den Werth $\iota/\varkappa$ besitzt, wo dann die Dimension ebenfalls gleich $p\iota$ wird. Es existirt also in der transformirten Reihe mindestens noch ein Glied von der Dimension des Anfangsgliedes, während keines von niedrigerer Dimension ist. Aus diesen zweien lässt sich ein Linearfactor von der Form:

$$y_2 + b\,x_2$$

mit von Null verschiedenem Coefficienten b oder doch eine Potenz eines solchen ausscheiden, was nun, nach Massgabe von § 1, wieder zur Spaltung der Reihe φ verwendet werden kann. Denn die Glieder $(p+1)$-ter und höherer Dimension enthalten y_2 höchstens in der $(p-1)$-ten Ordnung; nach Ausscheidung der $p(\iota-1)$-ten Potenz von x_2 besitzt also φ in x_2, y_2 die in § 1 zu Grunde gelegte reducirte Form:

$$\varphi = x_2^{p\iota-1}(\psi_p + x_2^2\,\psi_{p-1} + x_2^3\,\psi'_{p-1} + \cdots).$$

Befindet sich unter den Linearfactoren von ψ_p einer, der nur einmal vorkommt:

$$y_2 + b\,x_2,$$

so lässt sich nach jenem Verfahren aus ψ der Factor absondern

$$y_2 + b\,x_2 + b'x_2^2 + \cdots,$$

welcher, nach Vereinigung mit dem Factor $x_2^{\iota-1}$ durch Rücksubstitution von x und y die Gestalt annimmt

$$y_1 + b\,x_1^{\frac{\iota}{\varkappa}} + b'\,x_1^{\frac{\iota+1}{\varkappa}} + \cdots = y + a\,x + b\,x^{\frac{\iota}{\varkappa}} + b'\,x^{\frac{\iota+1}{\varkappa}} + \cdots,$$

was einer Entwicklung von y nach gebrochenen Potenzen von x entspricht.

Hat ψ_p dagegen $y_2 + bx_2$ zum q-fachen Factor $(q < p)$, so schlage man den gezeigten Weg zur Zerlegung der entsprechenden Entwicklung:

$$\chi = (y_2 + b\,x_2)^q + \chi_{q+1} + \cdots$$

von neuem ein.

Erhält man an Stelle der früheren Zahlen ι, $\varkappa$ jetzt etwa die Zahlen λ, μ, und scheidet sich aus den Gliedern niederster Dimension der neuen Reihe, die man durch die Substitution:

$$y_2 + bx_2 = y_3 x_3^{\lambda-1}$$
$$x_2 = x_3^{\mu}$$

erhält, etwa der Linearfactor $y_3 + cx_3$ aus, so bekommt man, wenn dieser nur einmal auftritt, eine Entwicklung von der Form:

$$y_3 + cx_3 + c'x_3^2 + c''x_3^3 + \cdots,$$

die durch rückwärts einführen der alten Variabeln in:

$$y_2 + bx_2 + cx_2^{\frac{\lambda}{\mu}} + c'x_2^{\frac{\lambda+1}{\mu}} + \cdots$$

und weiterhin in:

$$y + ax + bx^{\frac{\iota}{\varkappa}} + cx^{\frac{\lambda+\mu(\iota-1)}{\varkappa\mu}} + c'x^{\frac{\lambda+\mu(\iota-1)+1}{\varkappa\mu}} + \cdots$$

übergeht.[1])

Tritt dagegen der Factor $y_3 + cx_3$ mehrfach auf, so hat man wiederum zunächst eine Substitution vorzunehmen u. s. w. Da die Ordnung des ersten Gliedes hinsichtlich y bei jeder neuen Abscheidung, die möglich wird, sich erniedrigt, so hat das angegebene Verfahren im Allgemeinen ein Ende.

1) Aus den Zahlen, vermöge deren oben die Exponenten der successiven Transformation gebildet wurden,

$$\frac{\iota}{\varkappa}, \frac{\lambda}{\mu}, \frac{\nu}{\varrho}, \cdots$$

entstehen diejenigen Exponenten der Reihe in x, die H. J. S. Smith „kritische", Halphen „charakteristische" Zahlen genannt hat. Unter den Brüchen:

$$\frac{\iota}{\varkappa}, \frac{\iota}{\varkappa} + \frac{\lambda-\mu}{\mu\varkappa}, \frac{\iota}{\varkappa} + \frac{\lambda-\mu}{\mu\varkappa} + \frac{\nu-\varrho}{\varrho\mu\varkappa}, \cdots$$

sind es diejenigen, für welche die hinzutretenden Factoren des Nenners: $\varkappa, \mu, \varrho, \cdots$ von 1 verschieden sind.

Nur in dem einen Fall, dass das erste Glied der transformirten Reihe selbst die Potenz eines linearen Ausdrucks $y_\nu + k\,x_\nu$ von der Höhe desjenigen der vorhergehenden Reihe ist, also wenn z. B. oben die Function ψ_p wieder p gleiche Factoren besitzt, ist zunächst eine Abscheidung unmöglich. Man wiederhole dann das Verfahren so oft, bis die Factoren verschieden werden. Erhält man aber immer wieder nur p-te Potenzen, so muss man schliessen, dass die vorliegende Reihe überhaupt die p-te Potenz eines Linearfactors $y + \mathfrak{P}(x)$ ist, wo $\mathfrak{P}$ eine gewöhnliche Potenzreihe ist.

In der That, wenn ψ_p (s. oben) eine p-te Potenz ist, wie φ_p, so muss zunächst $\varkappa = 1$ sein. Denn die Rücktransformation:

$$x_2 = x_1^{\frac{\iota}{\varkappa}}\,;\; y_2 = y_1\,x_1^{\frac{1-\iota}{\varkappa}}\,,$$

auf das Anfangsglied von φ:

$$x_2^{p(\iota-1)}\,\psi_p = [(y_2 + b\,x_2)\,x_2^{\iota-1}]^p = \Sigma_\varrho \tbinom{p}{\varrho} (y_2\,x_2^{\iota-1})^{p-\varrho}\,b^\varrho\,x_2^{\iota\varrho}$$

($\varrho = 0, 1, \cdots p$) angewandt, liefert:

$$\Sigma_\varrho \tbinom{p}{\varrho}\,y_1^{p-\varrho}\,b^\varrho\,x_1^{\frac{\iota\varrho}{\varkappa}}\,,$$

also nur dann ganzzahlige Exponenten von x_1, wenn:

$$\varkappa = 1$$

ist. — Wendet man ferner jene Rücksubstitution (mit $\varkappa = 1$) auf die Glieder höherer Dimension $\psi_{p+\sigma}$ ($\sigma > 1$) an:

$$x_2^{p(\iota-1)}\,\psi_{p+\sigma} = \Sigma_\varrho\;A_\varrho\,y_2^{p-\varrho}\,x_2^{\varrho+\sigma}\,x_2^{p(\iota-1)}$$

($\varrho = 1, 2, \cdots p$), wo A_ϱ ein Coefficient ist, so kommt:

$$\Sigma_\varrho\,A_\varrho\,y_1^{p-\varrho}\,x_1^{\iota\varrho+\sigma}.$$

Es ergeben sich also nur Glieder, die bei gleicher Ordnung in y_1 von höherer Ordnung in x_1 sind, wie die bei der Rücktransformation aus ψ_p hervorgegangenen. Dies gilt

auch noch nach Einführung von $x = x_1$, $y = y_1 - a x_1$. Weil nun für jede Wiederholung des Transformationsprocesses, sofern immer wieder eine p-te Potenz auftritt, die gleiche Bemerkung gilt, so wird die nach mehrmaliger Wiederholung erhaltene Reihe:

$$\varphi = x_\nu^N [(y_\nu + m x_\nu)^p + \vartheta_{p+1} + \vartheta_{p+2} + \cdots]$$

nach erfolgter Rückwärts-Einführung der Variabeln x, y in die Form übergehen:

$$\varphi = (y + a x + b x^\iota + c x^{\iota+\lambda-1} + \cdots k x^K)^p + \Phi(x, y),$$

wo Φ höchstens von der $(p-1)$-ten Ordnung in y und in Bezug auf x in jedem Glied von höherer Ordnung ist, wie die hinsichtlich y gleich hohen Glieder der p-ten Potenz des Linearfactors.

Weil nun, wenn man den Process unbegrenzt oft wiederholt, der Exponent K unbegrenzt wächst, so geht φ in die p-te Potenz eines Linearfactors $y + \mathfrak{P}(x)$ über, wo in $\mathfrak{P}$ nur ganzzahlige Exponenten vorkommen, w. z. b. w.

Ist insbesondere die Ausgangsfunction $F(xy)$ (§ 1) hinsichtlich der Veränderlichen x, y irreducibel, so können sich nicht immer nur wieder p-te Potenzen als Anfangsglieder ergeben. Denn enthielte die reducirte Form $f(xy)$ einen Factor von der Gestalt:

$$[y + \mathfrak{P}(x)]^p,$$

wo $p > 1$ ist, so würde aus der in der Umgebung von $x = 0$, $y = 0$ identischen Gleichung

$$\alpha F = f$$

folgen, dass nicht nur F ihn besitzt, sondern auch der Differentialquotient von F nach y, was mit dem Begriff der Irreducibilität unvereinbar ist.

In allen Fällen gelangt man durch das angegebene Verfahren zu einer Zerlegung der Reihe f in Linearfactoren,

und zwar zu einer einzigen. Denn wären zwei verschiedene Zerlegungen möglich, also zugleich:

$$f = (y-\mathfrak{P})(y-\mathfrak{P}')\cdots(y-\mathfrak{P}^{(n-1)})$$
$$= (y-\mathfrak{Q})(y-\mathfrak{Q}')\cdots(y-\mathfrak{Q}^{(n-1)}),$$

und die $\mathfrak{P}$ von den $\mathfrak{Q}$ verschieden, so müsste, weil das eine Product für $y = \mathfrak{P}$ verschwindet, dies auch mit dem anderen der Fall sein, also etwa $\mathfrak{P} = \mathfrak{Q}$ sein. Dann könnte man beiderseits mit $x - \mathfrak{P}$ dividiren und die Uebereinstimmung eines weiteren Linearfactors links und rechts nachweisen u. s. w.

3.

Es erübrigt nun noch, einen Giltigkeitsbereich nachzuweisen für den in § 1 angegebenen Process der Spaltung der Reihe f in die beiden φ, ψ:

$$f_n + x^2 f_{n-1} + x^3 f'_{n-1} + x^4 f''_{n-1} + \cdots =$$
$$= (\varphi_p + x^2\varphi_{p-1} + x^3\varphi'_{p-1} + \cdots)$$
$$(\psi_q + x^2\psi_{q-1} + x^3\psi'_{q-1} + \cdots), \qquad (1)$$

wo

$$f_n = \varphi_p \psi_q$$
$$n = p + q$$

ist. Zu dem Zweck wird hinsichtlich der Coefficienten von f die Annahme gemacht, dass sie dem absoluten Betrage nach < 1 sind, ein Verhalten, das sich, sofern f überhaupt in der Umgebung von $x = 0, y = 0$ convergirt, durch eine Transformation von der Form $x = \varrho x'$ und Division der Identität $f = \varphi\psi$ mit einer passend gewählten Constanten immer herstellen lässt.

Man bemerke zunächst, dass die aus der Identität (1) fliessenden Einzelgleichungen nach § 1 alle von der Form sind:

$$\Psi_{q-1}\varphi_p + \Phi_{p-1}\psi_q = F_{n-1} \qquad (2)$$

wo $F_{n-1} = A^{(0)} y^{n-1} + \binom{n-1}{1} A^{(1)} y^{n-2} x + \binom{n-1}{2} A^{(2)} y^{n-3} x^2$
$+ \cdots + A^{(n-1)} x^{n-1}$

eine bekannte, φ_p, ψ_q ebensolche theilerfremde, Φ_{p-1}, Ψ_{q-1} gesuchte, in x, y homogene Functionen sind. Die Coefficienten der letzteren bestimmen sich aus den $n-p+q$ linearen Gleichungen, die man durch Gleichsetzen der Coefficienten von $y^{n-1}, y^{n-2}x, \cdots x^{n-1}$ links und rechts erhält, und zwar enthalten die Ausdrücke die Coefficienten $A^{(i)}$ von F linear und homogen. Irgend ein Coefficient $\alpha^{(k)}$ von Φ_{p-1}, Ψ_{q-1} stellt sich also durch eine Summe dar von der Form:

$$\alpha^{(k)} = \Sigma A^{(i)} R^{(ik)},$$

wo die $R^{(ik)}$ nur noch von den Coefficienten von φ_p, ψ_q abhängen. Ist nun unter allen Ausdrücken $R^{(ik)}$ der dem absoluten Betrag nach grösste absolut genommen $= \frac{\varrho}{n}$, so genügt jeder Coefficient $\alpha^{(k)}$ von Φ_{p-1}, Ψ_{q-1} der Ungleichung:

$$|\alpha^{(k)}| < \varrho A, \tag{2a}$$

wenn A der grösste unter den Coefficienten $|A^{(i)}|$ von F ist. Nun lautet die erste der aus (1) folgenden Identitäten:

$$\varphi_p \psi_{q-1} + \psi_q \varphi_{p-1} = f_{n-1},$$

wo φ_p, ψ_q gegeben sind. Die absoluten Beträge der Coefficienten von φ_{p-1}, ψ_{q-1} vergrössern sich, wenn man hier statt der Coefficienten von f_{n-1} die zu grossen Werthe 1 einsetzt, also statt f_{n-1} die Function:

$$x^{n-1} + x^{n-2}y + \cdots + y^{n-1}$$

oder statt ihrer:

$$(x+y)^{n-1}$$

einträgt. Nach 2a erhält man so für den dem absoluten Betrag nach grössten Coefficienten α von φ_{p-1} und ψ_{q-1} die Ungleichung:

$$|\alpha| < \varrho,$$

wo ϱ dieselbe Bedeutung wie oben hat.

Die anderen Identitäten sind sämmtlich von der Form:

$$\psi^{(k)}_{q-1}\,\varphi_p + \varphi^{(k)}_{p-1}\,\psi_q = f^{(k)}_{n-1} - x\,(\psi^{(k-1)}_{q-1}\,\varphi_{p-1} + \varphi^{(k-1)}_{p-1}\,\psi_{q-1}$$
$$+ \psi'^{(k-2)}_{q-1}\,\varphi'_{p-1} + \varphi^{(k-2)}_{p-1}\,\psi'_{q-1} + \cdots) = F^{(k)}_{n-1} \qquad (3)$$

Es erhöht sich wiederum der absolute Betrag der Coefficienten in F, wenn man:

1. Statt der Coefficienten der Einzelfactoren ihre absoluten Beträge einsetzt.
2. Die Coefficienten in $f^{(k)}_{n-1}$ allenthalben gleich 1 macht.
3. Für diejenigen von φ, ψ; bezw. φ', ψ'; $\cdots$ $\varphi^{(k-1)}$, $\psi^{(k-1)}$ gewisse sogleich zu bestimmende zu grosse Beträge α bezw. α', α'', $\cdots$ $\alpha^{(k-1)}$ einträgt.

Tritt auf diese Weise an Stelle von $F^{(k)}_{n-1}$ die Function:

$$(y^{n-1} + y^{n-2}x + \cdots + x^{n-1}) + x\,(y^{p-1} + \cdots + x^{p-1})$$
$$(y^{q-1} + \cdots + x^{q-1})\,(2\,\alpha^{(k-1)}\,\alpha + 2\,\alpha^{(k-2)}\,\alpha' + \cdots)$$

oder gar:

$$(y + x)^{n-1}\,(1 + 2\,\alpha^{(k-1)}\,\alpha + 2\,\alpha^{(k-2)}\,\alpha' + \cdots),$$

so folgt um so mehr — wegen (2a) — für die Coefficienten $\alpha^{(k)}$ von $\varphi^{(k)}_{p-1}$, $\psi^{(k)}_{q-1}$:

$$\alpha^{(k)} < \varrho\,(1 + 2\,\alpha^{(k-1)}\,\alpha + 2\,\alpha^{(k-2)}\,\alpha' + \cdots) \qquad (4)$$

Die anstatt der Coefficienten von φ, ψ; φ', ψ'; $\cdots$ eingeführten Beträge $\alpha, \alpha', \alpha'', \cdots \alpha^{(k-1)}$ wollen wir, weil dies in der That eine Vergrösserung bedeutet, folgeweise den Gleichungen entnehmen:

$$\begin{aligned} \alpha &= \varrho \\ \alpha' &= \varrho\,(1 + \alpha\,\alpha) \\ \alpha'' &= \varrho\,(1 + 2\,\alpha\,\alpha') \\ \alpha''' &= \varrho\,(1 + 2\,\alpha''\,\alpha + \alpha'\,\alpha') \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned} \qquad (4\text{a})$$

welche aus der Relation (4) hervorgehen, wenn man das Zeichen $<$ durch $=$ ersetzt.

Aber dieselben Gleichungen ergeben sich aus dem speciellen Problem: Die in der Umgebung von $\xi = 0$, $\eta = 0$ durch folgende Reihe definirte Function:

$$f = \eta^2 - \frac{\xi^2}{4\varrho^2} + \xi^3 + \xi^4 + \cdots = \eta^2 - \frac{\xi^2}{4\varrho^2} + \frac{\xi^3}{1-\xi}$$

in ihre Linearfactoren zu zerlegen

$$f = \left(\eta - \frac{\xi}{2\varrho} + \alpha\xi^2 + \alpha'\xi^3 + \alpha''\xi^4 + \cdots\right)$$
$$\left(\eta + \frac{\xi}{2\varrho} - \alpha\xi^2 - \alpha'\xi^3 - \alpha''\xi^4 - \cdots\right). \tag{5}$$

In der That gehen für diese Identität die allgemeinen Gleichungen (3) genau in diejenigen (4a) über. Andererseits berechnen sich die $\alpha^{(i)}$ in (5) mittelst der Binomialformel aus:

$$\eta = \frac{\xi}{2\varrho}\left(1 - \frac{4\varrho^2\xi}{1-\xi}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\xi}{2\varrho}\left(1 - 2\varrho^2\xi - 2\varrho^2(1+\varrho^2)\xi^2 - \cdots\right)$$

und weil aus der Convergenzbedingung: $\frac{4\varrho^2\xi}{1-\xi} < 1$

sich die obere Grenze ableitet: $|\xi| < \frac{1}{4\varrho^2+1}$,

so folgt, dass auch die Reihen der $\varphi^{(k)}_{p-1}$, $\psi^{(k)}_{q-1}$ convergiren, wenn der absolute Betrag der Veränderlichen x die Grenze nicht übersteigt:

$$|x| \leq \frac{1}{4\varrho^2+1}.$$

Hiermit ist ein Convergenzbereich für die Reihen φ, ψ und also ein Giltigkeitsbereich für die Identität:

$$f = \varphi\psi$$

nachgewiesen.

Ein solcher existirt demnach auch für die ganze Zerlegung, weil dieselbe nur in der wiederholten Anwendung des Spaltungsprocesses besteht.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Januar bis Juni 1891.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. u. histor. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1891 Heft III verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Observatory Adelaide, South Australia:

Meteorological Observations. Year 1883 and 1888. 1889/90. Fol.

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions. Vol. XIII. part. 2. 1890. 8⁰.

Südslavische Akademie der Wissenschaften in Agram:

Gjuro Pilar, Geografijeske Koordinate. 1890. Fol.
Gust. Janeček, Obća teoret. i fizik. lučba. I. 1890. 8⁰.

New-York State Museum in Albany:

Memoirs. Vol. I. Nr. 1. 1889. 4⁰.

Royal Dutch Meteorological Institute in Amsterdam:

An attempt to compare the instruments for absolute magnetic measurements by Van Rijckevorsel. Utrecht 1890. 4⁰.

Société d'études scientifiques in Angers:

Bulletin. Nouv. Série. Année XIX. 1889. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Augsburg:

30. Bericht. 1890. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American chemical Journal. Vol. 12 Nr. 6–8. Vol. 13 Nr. 1. 1890 –91. 8⁰.

Studies from the biological Laboratory. Vol. IV. Nr. 6. 1890. 8⁰.
American Journal of Mathematics. Vol. XIII. Nr. 1. 2. 1890. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Bd. IX. Heft 1. 1890. 8⁰.

Magnetical and Meteorological Observatory in Batavia:

Observations. Vol. XII. 1889. 1890. Fol.
Regenwaarnemingen. XI. Jahrg. 1889. 1890. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Berlin:

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke. Bd. V. VI. 1890/91. 4⁰.

Centralbureau für internationale Erdmessung in Berlin:

Verhandlungen der 1890 zu Freiburg im Br. abgehaltenen Conferenz der permanenten Commission der Internationalen Erdmessung. 1891. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 23. Jahrg. Nr. 18. 19. 24. Jahrg. Nr. 1—11. 1890/91. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 42. Heft 3. 4. 1890/91. 8⁰.

Medicinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. XXI. 1891. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1884. Jahrg. 40. Abth. 1–3. 1890. 8⁰.
Verhandlungen. 9. Jahrg. 1891. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie. Bd. IV. Nr. 20—26. Bd. V. Nr. 1–5. 1890/91. 8⁰.
Verhandlungen. 1890—91. Nr. 1—5. 8⁰.

K. Technische Hochschule in Berlin:

Deutschlands Leistungen und Aussichten auf technischem Gebiete, von F. Reuleaux. (Festrede.) 1891. gr. 8⁰.

K. preuss. geodätisches Institut in Berlin:

Die Schwerkraft im Hochgebirge, von F. R. Helmert. 1890. 4⁰.
Das Berliner Basisnetz. 1891. 4⁰.

K. Preussisches meteorologisches Institut in Berlin:

Abhandlungen. Bd. I. Nr. 1 3. 1890. 4⁰.
Das k. preuss. meteorol. Institut von W. v. Bezold. 1890. 8⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik in Berlin:

Jahrbuch. Bd. XX. Jahrg. 1888. Heft 1. 2. 1890. 8⁰.

K. geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin:

Abhandlungen. Neue Folge. Heft 3. Die Foraminiferen der Aachener Kreide, von Ignaz Beissel. Text und Atlas. 1891. 4⁰.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Gartenflora. Jahrg. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Wochenschrift. 1891. Nr. 3—26. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. XI. Jahrg. 1891. Heft 1—6. gr. 8⁰.

Gewerbeschule zu Bistriz:

XVI. Jahresbericht f. d. J. 1889/90. 8⁰.

Naturhist. Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrg. 47. 2. Hälfte. 1890. 8⁰.

Société de Géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1891. Nr. 9—12. 8⁰.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXV. 1890. 8⁰.

Boston Society of natural history in Boston:

Proceedings. Vol. XXIV. part 3. 4. 1890. 8⁰.
Memoirs. Vol. IV. Nr. 7—9. 1890. 4⁰.

Meteorologische Station in Bremen:

Ergebnisse der meteorol. Beobachtungen in Bremen von 1803—1890. Jahrg. I. 1891. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. XII. Heft 1. 1891. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. 28. 1889. 1890. 8⁰.
VIII. Bericht der meteorologischen Commission. 1890. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. IV. Sér. Tom. IV. Nr. 12. Tom. V. Nr. 1—4. 1890/91. 8⁰.

Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXIV. Année 1889. 8⁰.
Procès-verbaux. Tom. 18 p. CXXXIII–CCXVI. Tom. 19 p. I–LXXXVIII. 1889—90. 8⁰.

K. Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest:

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. VIII. Berlin 1891. 8⁰.

K. Ungarische geologische Reichsanstalt in Budapest:

Jahresbericht für 1889. 1891. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VIII. Heft 9. Bd. IX. Heft 2—5. 1890/91. 8⁰.
Földtani Közlöny. Band XX. Heft 8—12. Band XXI. Heft 1—3. 1890/91. 8⁰.
Évkönyve. Bd. VIII. Heft 9. Bd. IX. Heft 2—5. 1890/91. 8⁰.

Société Linnéenne de Normandie in Caen:

Bulletin. 4ᵉ Série. Vol. III et IV, fasc. 1. 2. Vol. V, fasc. 1. 1890—91. 8⁰.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Report on the Meteorology of India in 1888. 14th year. 1890. Fol.
Report on the Administration of the Meteorological Department of the Government of India in 1888—89. 1890. Fol.
Cyclone Memoirs. Part II. 1890. 8⁰.
Handbook of cyclonic Storms in the Bay of Bengal by J. Eliot. 1890. 8⁰.

Government of India in Calcutta:

Scientific Results of the second Yarkand Mission. Coleoptera. 1890. Fol.

Indian Museum in Calcutta:

A Catalogue of the Mantodea, by J. Wood-Mason. Nr. 2. 1891. 8⁰.

Office of Meteorological Reporter in Calcutta:

Memorandum on the snowfall in the Mountain-Districts. Jan. to May 1890. Simla 1890. Fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Records. Vol. XXIII. part 4. 1890. 4°.
Memoirs. Vol. XXIV. part 2 1890. 4°.
Palaeontologia Indica. Ser. XIII. Vol. IV. part 1. 1889. Fol.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VII. part 3. 1891. 8°.
Transactions. Vol. XV. part 1. 1891. 4°.

Clerk Maxwell Memorial Committee in Cambridge:

The scientific Papers of James Clerk Maxwell. Vol. 1. 2. 1890. 4°.

Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge, M.:

Annual Report for 1889—90. 8°.
Bulletin. Vol. XX. Nr. 4—8. Vol. XXI. No. 1. 1890/91. 8°.

Harvard College Observatory in Cambridge, Mass.:

Annals of the Astronomical Observatory. Vol. XXIII. part 1. Vol. XXIV. Vol. XXVII. 1890. 4°.
History of the Harvard College Observatory 1840—1890. 1890. 8°.
15th annual Report. 1890. 8°.
Edw. C. Pickering, Variable Stars of long period. 1891. 4°.

Accademia Gioenia in Catania:

Bullettino mensile. Nuova Ser. Fasc. XV—XIX. November 1890 bis April 1891. 8°.
Atti. Serie IV. Vol. 2. 1890. 4°.

K. sächsisches meteorol. Institut in Chemnitz:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch. I. Hälfte. Abth. 1 und 2. 1890. 4°.

Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. XXVI. Paris 1889. 8°.

Editorial Committee of the Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Nr. XX. 1891. Fol.

K. Norwegische Universität in Christiania:

Jahrbuch des meteorol. Instituts für 1888. 1890. 4°.
Archiv for Mathematik. Bd. XIII, 2—4. Bd. XIV, 1. 2. 1890. 8°.
Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. XXXI. Nr. 4. 1890. 8°.
F. C. Schubeler, Viridarium Norvegicum. Bd. III. 1889. 4°.

Observatory in Cincinnati:

Publications Nr. 11. Charts and micrometrical measures of nebulae by J. G. Porter. 1891. 4°.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1890 Nr. 100—105. 1891 Nr. 1—46. 1890/91. 4⁰.

École polytechnique in Delft:

Annales. Tom. VI. livr. 2. Leiden 1890. 4⁰.

Meteorologisches Observatorium in Dorpat:

Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen für das Jahr 1888. 1891. 4⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. XI. Janv.—Juin 1890. 8⁰.

Royal College of Physicians in Edinburgh:

Reports from the Laboratory. Vol. III. 1891. 8⁰.

Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. VI. part 2. 1890. 8⁰.

R. Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1889—1890. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

75. Jahresbericht pro 1889/90. 1891. 8⁰.

R. Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. 4. Serie. Vol. XIII. disp. 3. Vol. XIV. disp. 1. 1890/91. 8⁰.

Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Abhandlungen. Bd. XVI. Heft 2. 1890. 4⁰.
Katalog der Vogelsammlung im Museum der Gesellschaft, von Ernst Hartert. 1891. 8⁰.

Kruidkundig Genootschap Dodonaea in Gent:

Botanisch Jaarboek. 3. Jaargang 1891. 8⁰.

Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Serie II. Vol. 7—9. 1889—90. 8⁰.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

27. Bericht. 1890. 8⁰.

Geological Society in Glasgow:

Transactions. Vol. IX. part 1. 1891. 8⁰.

Scientific Laboratories of Denison University in Granville, Ohio:

Bulletin. Vol. V. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern in Greifswald:

Mittheilungen. Jahrg. XXII. 1891. 8⁰.

Kgl. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde von Nederlandsch-Indië im Haag:

De Badoej's door Jul. Jacobs en J. J. Meijer. 1891. 8⁰.

Leopoldino-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXVI. Nr. 21—24. XXVII. 1—8. 1890/91. 4⁰.

Deutsche Seewarte in Hamburg:

Katalog der Bibliothek der deutschen Seewarte. 1890. 8⁰.

Musée Teyler in Harlem:

Archives. Ser. II. Vol. II. partie 5. 1890. 4⁰.

Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes. Tom. XXIV. 4. 5. XXV. Nr. 1. 1891. 8⁰.
Oeuvres complètes de Christiaan Huygens. Tom. III. La Haye 1890. 4⁰.

Naturhistorisch-medizinischer Verein in Heidelberg:

Verhandlungen. N. F. Bd. IV. Heft 4. 1891. 8⁰.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. 40. Jahrgang. 1890. 8⁰.

Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 25. Heft 1 und 2. 1890. 8⁰.

Section médicale de la Société des Sciences in Kharkow:

Trudy. Jahrg. 1890. 1891. 8⁰.

Minist.-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

6. Bericht für die Jahre 1887—1889. XVII. bis XIX. Jahrg. II. Heft. 1890. Fol.
Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1890. Heft X—XII. 1891. qu. 4⁰.
Atlas deutscher Meeresalgen. Heft II. Lief. 1 u. 2. 1891. 2⁰.

Naturwissenschaftl. Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. VIII. Heft 2. 1891. 8⁰.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3. Série. Vol. XXVI. Nr. 102. 103. 1891. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Theil IX. Heft 4. Theil X. Heft 1. 2. 1890/91. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 25. Jahrg. Heft 1. 3. 4. 26. Jahrg. Heft 1. 1890 —91. 8⁰.
Catalog der astronomischen Gesellschaft. I. Abth. 3. Stück. 1890. 4⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. Bd. XVI. 3. XVII. 1—4. 1890/91. 4⁰.
Berichte der Mathem.-phys. Classe 1890. III. IV. 1891. I. 1891. 8⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. Folge. Bd. 43. Heft 1. 4—12. 1891. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen. 1890. 1891. 8⁰.

University of Nebraska in Lincoln:

4th annual Report. 1891. 8⁰.
Bulletin of the Agricultural Experiment Station of Nebraska. Vol. IV. Nr. 1. 1891. 8⁰.

Zeitschrift La Cellule in Löwen:

La Cellule. Tom. VI. Fasc. 2. 1890. 4⁰.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XIII. part 1. Nr. 84. 1891. 8⁰.
List of the Members. Juli 1890. 8⁰.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 48. Nr. 295. Vol. 49. Nr. 296—299. 1890/91. 8⁰.

Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 51. Nr. 2—7. 1890/91. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal. Nr. 338—343. January—June 1891. 1891. 8⁰.

Royal medical and chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. 73. 1890. 8⁰.

R. Microcopical Society in London:

Journal. 1891. Part 1—3. 8⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1890. part IV. 1891. part I. 8⁰.
Transactions. Vol. XIII. part 1. 2. 1891. 4⁰.

Zeitschrift Nature in London:

Nature. Vol. 43 Nr. 1105—1122. Vol. 44 Nr. 1123—1125. 1891. 4⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XVI, 2. XVII, 4. 1890. 8⁰.

Washburn Observatory in Madison:

Publications. Vol. VII. part 1. 1890. 4⁰.

Scientific Association in Meriden, Conn.:

Transactions. Vol. 4. 1889—90. 1891. 8⁰.

Observatorio astronómico nacional de Tacubaya in Mexico:

Anuario. Anno XI. 1891. 1890. 8⁰.
Boletin. Tom. I. Nr. 2. 1891. 4⁰.

Observatorio meteorológico-magnético de México in Mexico:

Boletin mensual. Resumen meteorologico del año de 1889. 1890. 4⁰.
Tablas psycrométricas calculadas para la altura de México, por José Zendejas. 1889. 8⁰.

Sociedad de geografia y estadistica de la república Mexicana in Mexico:

Boletin. Tom. II. Nr. 1. 2. 1890. 8⁰.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. II. Serie. Tom. I. Nr. 9. 1890. Fol.

Deutscher wissenschaftlicher Verein in Mexico:

Mittheilungen. Bd. I. Heft 2. 3. 1890. Fol.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Serie III. Vol. IX. Fasc. 2. 1890. 8⁰.

Geological Survey in Montreal:

Contributions to Canadian Palaeontology. Vol. III. Nr. I. 1891. 4⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1890. Nr. 3. 4. 1891. 8⁰.
Meteorologische Beobachtungen. 1890. I. u. II. Hälfte. 1890/91. 4⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie etc. in Berlin und München:

Correspondenzblatt. XXI. Jahrg. 1890. Nr. 10—12. XXII. Jahrgang 1891. Nr. 1. München. 4⁰.
Gedächtnissfeier für Heinrich Schliemann. 1891. 8⁰.

K. Staatsministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten in München:

Die Deutschen Expeditionen und ihre Ergebnisse. Bd. I. Geschichtlicher Theil, herausgeg. von G. Neumayer. Berlin 1891. 8⁰.
Die k. Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie bei Potsdam. Berlin 1890. 4⁰.

Société des Sciences in Nancy:

Bulletin. Ser. II. tom. 10, fasc. 23. Paris 1890. 8⁰.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Rendiconto. Ser. II. Vol. IV. Fasc. 1—12. 1890. 4⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. IX. Heft 4. Berlin 1891. 8⁰.

North of England Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Report of the French Commission on the use of explosives. Part 3. 1891. 8⁰.
Transactions. Vol. 39. part I. II. Vol. 40. part 1. 1891. 8⁰.

Connecticut Academy of arts et sciences in New-Haven:

Transactions. Vol. VIII. part 1. 1890. 8⁰.

The American Journal of Science in New-Haven:

Journal. Nr. 239—244. Nov. 1890—Apr. 1891. 8⁰.

Academy of Sciences in New-York:

Annals. Vol. IV. Index. Vol. V. Nr. 4—8. 1890. 8⁰.
Transactions. Vol. IX. Nr. 3—8. 1889—90. 8⁰.

The Journal of comparative medecine and veterinary archives in New-York:

Journal. Vol. XII. Nr. 1—5. 1891. 8⁰.

American Museum of natural history in New-York:

Bulletin. Nr. 7. 8. Vol. II. Nr. 9. 10. Vol. III. Nr. 1. Albany 1889—1890. gr. 8⁰.

American Chemical Society in New-York:

Journal. Vol. XII. Nr. 10. XIII. 1—4. 1890. 8⁰.

American Geographical Society in New-York:

Bulletin. Vol. XXII. Nr. 4 and Supplement. XXIII. Nr. 1. 1890/91. 8⁰.

Neurussische Naturforschende Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Tom. XV. Heft 1. 2 und Mathem. Abtheilung. Tom. XI. 1890 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Osnabrück:

8. Jahresbericht für die Jahre 1889 und 1890. 1891. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti. Vol. VII. Fasc. 1. 1891. 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tom. V. Fasc. 1—3. 1891. 8⁰.

Collegio degli Ingegneri in Palermo:

Atti. Anno XIII. 1890. Maggio—Dicembre. 1890/91. 4⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1890. Nr. 52. 1891. Nr. 1—25. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 111 Nr. 26. Tom. 112 Nr. 1—25. 1890/91. 4⁰.
Oeuvres complètes d'Augustin Cauchy. II. Ser. tom. IX. 1891. 4⁰.

Comité International des Poids et Mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1889. 1890. 8⁰.
XIIIe Rapport sur l'année 1889. 1890. 4⁰.
Comptes rendus des séances de la première conférence générale en 1889. 1890. 4⁰.
Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures. Tom. VII. 1890. 4⁰.

Laboratorie de Géologie à la Sorbonne in Paris:

Edmond Hébert. 1891. 8⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 589—595. Janvier—Juillet 1891. gr. 8⁰.

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. II. Série. tom. VII. Fasc. 1. III. Série. tom. II. Fasc. 1. 1884—1890. Fol.

Société d'anthropologie in Paris:

Mémoires. 2e Sér. tom. IV. Fasc. 2. 1890. 8⁰.
Bulletins. III. Série. tom. XII. Fasc. 4. IV. Série. tom. I. Fasc. 1. 2. 1890. 8⁰.

Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 38. Comptes rendus des séances. Nr. 1. 1891. 8⁰.

Société de géographie in Paris:

Bulletin. VII. Ser. tom. XI. trimestre 3. 4. tom. XII. trim. 1. 1890—91. 8⁰.
Compte rendu 1890 Nr. 16. 17. 1891 Nr. 1—13. 8⁰.

Société mathématique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XVIII. Nr. 5. 6. XIX. Nr. 1—5. 1890/91. 8⁰.

Société zoologique de France in Paris:

Mémoires. Tom. III. partie 4 et 5. Tom. IV. partie 1 et 2. Feuilles 26 à 35. 1890/91. 8⁰.
Bulletin. Tom. XV. Nr. 7—10. Tom. XVI. Nr. 1—5. 1890/91. 8⁰.

Zeitschrift L'Électricien in Paris:

L'Électricien. II. Ser. tom. I. Nr. 1—26. 1891. gr. 8⁰.

Accademia medico-chirurgica in Perugia:

Atti e rendiconti. Vol. II. Fasc. 4. 1890. 8⁰.

Comité géologique in St. Petersburg:

Mémoires. Vol. IV. Nr. 2. Vol. V. Nr. 1 und 5. Vol. VIII. Nr. 2. Vol. X. Nr. 1. 1890. 4⁰.
Bulletins. Tom. IX. Nr. 7. 8. 1890. 8⁰.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der k. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XXII. Nr. 9. XXIII. Heft 1—4. 1890/91. 8⁰.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1889. Theil II. 1890. 4⁰.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1890. part II. III. 1890. 8⁰.

American pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings. 38th annual meeting held ad Old Point Comfort. September 1890. 8⁰.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. 28. Nr. 134. 1890. 8⁰.

Geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Dictionary of Fossils. Vol. 2. 3. Harrisburg 1889—90. 8⁰.
Atlas. Southern Anthracite Field. Part III.
7th Report on the Oil and Gas Fields. Harrisburg 1890. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Memorie. Vol. XI. 1891. 8⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Časopis. Bd. XX. Heft 1—4. 1890/91. 8⁰.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Sitzungsberichte. Mathem.-physik. Classe 1890, I u. II. 8⁰.

Sternwarte in Pulkowa:

Supplément III. aux observations de Poulkova. St. Petersburg. 1891. Fol.
Stern-Ephemeriden auf d. Jahr 1891 von W. Doeller. St. P. 1890. 8⁰.
Bericht des Directors der Nicolai-Hauptsternwarte 1887—1889. St. P. 1890. 8⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista. Anno V. Nr. 12. Anno VI. Nr. 1—4. 1890/91. 8⁰.

Academy of Science in Rochester U. St.:

Proceedings. Brochure I. 1890. 8⁰.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 43. Sessione 4—6. 1890. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino 1890. Nr. 11. 12. 8⁰.

Bataafsch Genootschap der proefonder-vindelijke Wijsbegeerte in Rotterdam:

Nieuwe Verhandelinger. II. Reeks, 3. Deel, 3. Stuk. 1890. 4⁰.

California Academy of Sciences in San Francisco:

Occasional Papers. I. III. 1890. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in St. Gallen:

Bericht während des Vereinsjahres 1888/89. 1890. 8⁰.

R. Accademia dei Fisiocritici in Siena:

Atti. Serie IV. Vol. 3. Fasc. 1—4. 1890/91. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XXIV. Fasc. 10. Tom. XXV. Fasc. 1—4. 1890/91. 8⁰.

Royal Society of New-South-Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. Vol. XXIII. part 2. Vol. XXIV. part 1 1889/90. 8⁰.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Meteorologische Beobachtungen im Jahre 1889. 1890. 8⁰.
Magnetische Beobachtungen im Jahre 1888—89. 1890. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokyo.

Mittheilungen. 45. Heft. Yokohoma 1891. Fol.

Medicinische Fakultät der kaiserl. japanischen Universität in Tokyo:

Mittheilungen. Bd. I. Nr. 4. 1890. 4⁰.

College of science, Imp. University of Japan in Tokyo:

Journal. Vol. IV. part 1. 1891. 4⁰.

Kansas-Academy of Science in Topeka:

Transactions. Vol. XII. part 1. 1890. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Transactions. Vol. I. part 1. 2. 1890. 8⁰.
4th annual Report. 1891. 8⁰.

Reale Accademia delle scienze in Turin:

Osservazioni meteorologiche dell' anno 1890. 1891. 8⁰.

Observatoire météorologique de l'Université in Upsala:

Bulletin mensuel. Vol. XXII. Année 1890. 1890—91. Fol.

U. S. Department of Agriculture in Washington:

North American Fauna. Nr. 3. 4. 1890. 8⁰.

Navy Department in Washington:

Astronomical Papers of the American Ephemeris. Vol. II. part V. und Vol. IV. 1890. 4⁰.

Smithsonian Institution in Washington:

Report 1888 and National Museum Report 1888. 1890. 8⁰.

U. S. Naval Observatory in Washington:

Report for the year ending 1890, June 30. 8⁰.
Observations for 1885. 1891. 4⁰.

Surgeon General's Office in Washington:

Index-Catalogue. Vol. XI. 1890. 4⁰.

U. S. Coast and geodetic Survey in Washington:

Report of the Superintendent during the year ending with June 1888 1889. 4⁰.
Bulletin. Nr. 19—21. 1891. 4⁰.

U. S. Geological Survey Office in Washington:

Monographs. Vol. I. Laske Bonneville by Grove Karl Gilbert. 1890. 4⁰.
Mineral Resources of the U. St. Calendar, year 1888. 1890. 8⁰.
Bulletin. Nr. 58—61. 63—66. 1890. 8⁰.
Ninth Annual Report 1887—1888. 1889. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes in Wernigerode:

Schriften. 5. Band 1890. 8⁰.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Sitzungsberichte. Mathem.-naturwissenschaftl. Klasse.
I. Abth. 1889 Nr. 4—10. 1890 Nr. 1—3.
IIᵃ Abth. 1889 Nr. 4—10. 1890 Nr. 1—3.
IIᵇ Abth. 1889 Nr. 4—10. 1890 Nr. 1—3.
III. Abth. 1889 Nr. 5—10. 1890 Nr. 1—3.
} 1889—1890. 8⁰.
Denkschriften. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. 56. 1889. 4⁰.
Mittheilungen der prähistorischen Commission. 1890. Bd. I. Nr. 2. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Verhandlungen. 1890. Nr. 14—18. 1891. Nr. 1—7. 4⁰.
Abhandlungen. Bd. XIV. 1890. Bd. XV. Heft 3. 1891. Fol.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Wiener klinische Wochenschrift. IV. Jahrg. 1891. Nr. 1—27. 4⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XX. Heft 3. 4. XXI. Heft 1. und Register zu Bd. XI—XX. 1890/91. 4⁰.

Geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Band XXXIII. 1890. 8⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. 1890. Quartal 3 und 4. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. V. Nr. 4. Bd. VI. Nr. 1. 1890/91. gr. 8⁰.

K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien:

Annalen. I. Suppl.-Band. Katalog der Argelander'schen Zonen von Edmund Weiss. 1890. 8⁰.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse in Wien:

Schriften. 30. Bd. 1890. 8⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrg. 43. 1890. 8⁰.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXIV. Nr. 6. 7. XXV. Nr. 1. 2. 1890—91. 8⁰.
Sitzungsberichte. 1890. Nr. 8—10. 1891. Nr. 1. 1890/91. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 35. Heft 2—4. 1890. 8⁰.

Von folgenden Privatpersonen:

Florentino Ameghino in Buenos Aires:

Revista Argentina de historia natural. Tom. I. entrega 1. 2. 1891. 8⁰.

Giovanni Capellini in Bologna:

Zifioidi Fossili. 1891. 4⁰.

R. Fresenius in Wiesbaden:

Die Thermalquellen Wiesbadens in chemischer Beziehung. 1890. 8⁰.

Nikolai von Kokscharow in St. Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. X. p. 225—352. 1891. 8⁰.

L. Kronecker in Berlin:

13 mathematische Abhandlungen. Separatabdrücke aus den Sitzungsberichten der Berliner Akademie und d. Journal für die reine und angewandte Mathematik. 1890. in 4⁰ u. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

Zur Capillarität. 2. Mittheilung. 1891. 8⁰.
Aus der modernen Gastheorie. 1891. 8⁰.

H. W. Middendorp in Groningen:

Der Werth des Koch'schen Heilverfahrens gegen Tuberkulose. Emden 1891. 8⁰.

Fürst Albert I. von Monaco:

Zur Erforschung der Meere und ihrer Bewohner. Uebersetzt von Emil von Marenzeller. Wien 1891. 8⁰.

Ph. Plantamour in Genf:

Des mouvements périodiques du sol. 12. année. 1890. 8⁰.

Michele Stossich in Triest:

Elminti della Croazia. Zagreb 1890. 8⁰.
Elminti Veneti. II. Serie. 1891. 8⁰.
Il genere Dispharagus Dujardin. 1891. 8⁰.

Jean Servais Stas in Brüssel:

Manifestation en l'honneur de Jean Servais Stas à l'occassion du 50ᵉ anniversaire de sa nomination comme membre titulaire de la classe des sciences. 1891. 8⁰.

G. Tschermak in Wien:

Die Chloritgruppe. Theil I. II. 1890/91. 8⁰.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. LXXVII. LXXVIII. 1891. 8⁰.

Silvestro Zinno in Rom:

Nuova trasformazione della glicerina in glucosio. 1890. 4⁰.

Inhalt.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

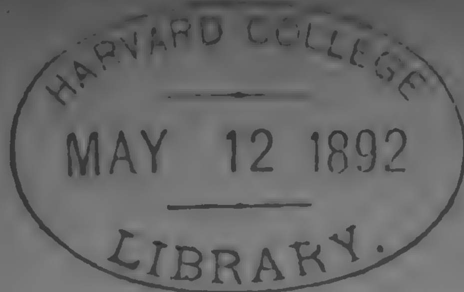
Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 132. Stiftungstages am 21. März 1891.

Sitzung vom 2. Mai 1891.

Sitzung vom 6. Juni 1891.

Sitzung vom 4. Juli 1891.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

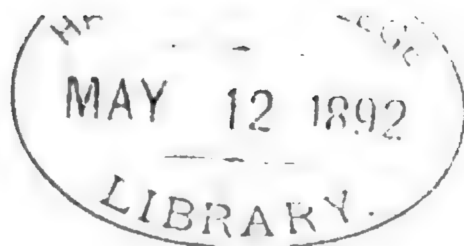
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1891. Heft III.

München.
Verlag der K. Akademie.
1892.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. November 1891.

Herr H. Seeliger legt den zweiten Band der neuen Annalen der Kgl. Sternwarte vor und macht hierauf zwei Mittheilungen:

1. „Notiz über die Strahlenbrechung in der Atmosphäre";
2. „Ueber die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre."

Notiz über die Strahlenbrechung in der Atmosphäre.

Von H. Seeliger.

(Eingelaufen 7. November.)

Wenn eine Kugel von einer brechenden Atmosphäre umgeben ist, so wird dieselbe einem Beobachter ausserhalb einen grösseren scheinbaren Durchmesser zeigen als in dem Falle, wo kein brechendes Medium die Umhüllung bildet. Diese Vergrösserung des scheinbaren Durchmessers ergiebt sich in überaus einfacher Weise und völlig streng aus den allereinfachsten Sätzen der Refractionstheorie. Nimmt man, und dies ist die einzige erforderliche Voraussetzung, an, dass das die Kugel umgebende brechende Medium in con-

centrischen Schichten gleicher Dichtigkeit angeordnet ist und bezeichnet man mit μ den Brechungsexponenten in einer Entfernung r vom Centrum und mit i den Winkel, den die nach aussen gerichtete Tangente der Refractionscurve mit r in jenem Puncte bildet, so ist bekanntlich

$$\mu \, r \sin i = \text{Const.} \tag{1}$$

für alle Puncte der Refractionscurve. Wenn demnach ein Punct der Oberfläche einen Lichtstrahl unter einem Winkel z gegen den verlängerten Radius aussendet und dieser Strahl den Beobachter trifft, so muss zufolge (1) sein:

$$\mu_0 \, a \sin z = \Delta \sin \sigma$$

und hierin bedeutet: μ_0 den Brechungsexponenten an der Oberfläche des Planeten, a seinen Radius, Δ die Entfernung des Beobachters vom Centrum und σ die scheinbare Entfernung des genannten Punctes vom Centrum der Planetenscheibe.

Nennt man nun σ_0 den scheinbaren Radius der Planetenscheibe, wie er ohne Atmosphäre erschiene, so ist

$$a = \Delta \sin \sigma_0$$

und demzufolge

$$\sin \sigma = \mu_0 \sin \sigma_0 \sin z.$$

Der Lichtstrahl, welcher in Betracht gezogen worden ist, wird gerade noch den Beobachter errreichen können, wenn $z = 90^0$ wird. Dann hat man also für den factisch stattfindenden scheinbaren Radius σ die Formel:

$$\sin \sigma = \mu_0 \sin \sigma_0$$

oder für astronomische Zwecke genügend genau

$$\sigma = \mu_0 \, \sigma_0. \tag{2}$$

Diese Formel gilt ganz allgemein, gleichgiltig nach welchem Gesetze die Dichtigkeit des brechenden Mediums von der Entfernung vom Centrum der Kugel abhängt. Man sieht übrigens, dass einzig und allein der Brechungsexponent an der Oberfläche in Frage kommt. Ferner ergiebt sich aber

auch, dass, falls das Mittel eine Dispersion aufweist, die in verschiedenfarbigem Lichte gemessenen Radien σ von verschiedenen Grössen ausfallen müssen. Betrachten wir z. B. die Erde vom Monde aus. Hier ist für die beiden Fraunhofer'schen Linien *B* und *G*, an welchen Stellen des Spectrums die optischen Strahlen noch keineswegs unwirksam sind

$$B \cdots \mu_0 = 1.000\,2935$$
$$G \cdots \mu_0 = 1.000\,2987$$

und mit der Mondparallaxe $57'2''$ findet man die Vergrösserung des Erddurchmessers für:

B . . .	$2''\cdot0087$
G . . .	$2''\cdot0443$
Differenz .	$0''\cdot036$

Ganz rein werden diese Differenzen in den Messungen nicht hervortreten, da durch die Absorption die brechbareren Theile des Spectrums etwas mehr geschwächt werden; auch werden die Ränder nicht mehr ganz scharf sich darstellen und schliesslich bewirkt die Diffraction der Lichtstrahlen an den Rändern des Fernrohrobjectives eine Verschiebung des scheinbaren Randes, welche wahrscheinlich von der Farbe abhängig ist. Im Allgemeinen ergiebt sich aber, dass die im blauen Lichte gemessenen Durchmesser grösser ausfallen müssen, als die im rothen und man wird berechtigt sein zu behaupten, dass bei dichteren Atmosphären von grösserer Dispersionskraft, die nicht nur denkbar sind, sondern gewiss vorkommen, die oben erwähnten Differenzen bis zu sehr bemerkbaren Beträgen wachsen können[1]). Es darf indessen

1) Die im Vorigen dargelegten höchst elementaren Ueberlegungen begründen die Ansichten, welche ich über diese Frage seit Jahren in meinen Vorlesungen auszusprechen pflege und auf welche sich Herr Dr. Wellmann in den „Astron. Nachrichten" Bd. 119, S. 241 bezieht.

hierbei ein Umstand nicht ausser Acht gelassen werden, dessen Nichtberücksichtigung zu den allergröbsten Irrthümern veranlassen kann. Die Formel (2) erleidet nämlich eine sehr wichtige Beschränkung, weil sie, obgleich dies aus der obigen Aufstellung nicht hervorgehen konnte, doch über die Constitution des brechenden Mediums eine gewisse Voraussetzung macht. Diese besteht darin, dass die Refractionscurve ohne Unterbrechung durch die Gleichung (1) definirt ist. Dies findet aber nicht statt, wenn totale Reflexionen eintreten. Solche totale Reflexionen sind aber bei dem Uebergange eines Lichtstrahls von dichteren Theilen des brechenden Mediums in weniger dichte unter gewissen Bedingungen möglich und da die Atmosphären der Himmelskörper unter normalen Verhältnissen mit zunehmender Höhe an Dichtigkeit abnehmen, so müssen diese Verhältnisse näher betrachtet werden. Aehnliches gilt auch, wenn ein homogenes Medium den Planeten umgiebt und in der Höhe h unstetig an den leeren Raum grenzt. Hier muss an der Grenze zufolge (1) die Gleichung stattfinden

$$\sin i = \frac{\mu_0 \, a \sin z}{a + h}$$

und die obigen Betrachtungen erfahren keinen Widerspruch nur dann, wenn unter allen Umständen $\sin i < 1$ ist, also:

$$\frac{\mu_0 \, a}{a + h} < 1$$

d. h. $$h > (\mu_0 - 1)\, a.$$

Ist h weniger bedeutend, dann finden totale Reflexionen an der Grenze statt. Die Verfolgung dieser in photometrischer Beziehung ist verwickelt man sieht aber sofort ein, dass unter keinen Umständen der Planet grösser erscheinen kann, als wenn die Atmosphäre zu ihm als fester Bestandtheil gehörte, weil von der Grenze dieser alle den Beobachter erreichenden Lichtstrahlen gradlinige Wege beschreiben. Um

den allgemeineren Fall in Betracht zu ziehen, muss man selbstverständlich das Gesetz der Abnahme der Dichtigkeit des brechenden Mediums kennen. Dann lässt sich die Bedingung für das Nichtzustandekommen totaler Reflexionen aus der Bedingung

$$\sin i < 1$$

stets ableiten. Es soll für die Erdatmosphäre diese Bedingung aufgestellt werden. Es würde hierbei voraussichtlich genügen von den Temperaturabnahme mit der Höhe abzusehen. In gleich einfacher Weise, wie für diese Annahme, lässt sich aber die Betrachtung nach der Bessel'schen Refractionstheorie erledigen, die freilich bekanntlich den thatsächlichen physikalischen Verhältnissen nur sehr roh Rechnung trägt. Nach dieser Theorie sind die Dichtigkeit ϱ in der Entfernung r vom Mittelpunkte der Erde und die Dichtigkeit ϱ_0 an der Oberfläche durch die Gleichung verbunden

$$\varrho = \varrho_0 \, e^{-\beta \frac{r-a}{r}}$$

wo β eine empirisch bestimmte Constante ist. Da die Brechungsexponenten der Luft sehr wenig von 1 verschieden sind, darf auch bei Aufrechterhaltung der älteren Annahmen stets gesetzt werden

$$\mu = 1 + c\varrho_0 e^{-\beta \frac{r-a}{r}}$$

$$\mu_0 = 1 + c\varrho_0.$$

Totale Reflexionen werden nun jedenfalls ausgeschlossen sein, wenn

$$\mu \, r > \mu_0 \, a.$$

Setzt man zur Abkürzung $s = \frac{r-a}{r}$ so kann man diese Bedingung schreiben

$$1 - e^{-\beta s} < \frac{\mu_0}{\mu_0 - 1} \cdot s \qquad (3)$$

Nun ist $\frac{d(1 - e^{-\beta s})}{ds} = \beta e^{-\beta s}$ stets positiv und nimmt mit wachsendem s ab, während die rechte Seite von (3) ebenfalls positiv ist und gleichmässig wächst. Für $s = 0$ werden beide Seiten von (3) gleich Null. Wenn demnach für $s = 0$

$$\beta e^{-\beta s} < \frac{\mu_0}{\mu_0 - 1}$$

so wird diese Bedingung (3) auch für alle grösseren s erfüllt sein. Demnach werden totale Reflexionen nicht eintreten können, wenn:

$$\beta < \frac{\mu_0}{\mu_0 - 1} \tag{4}$$

Die Verhältnisse der Erdatmosphäre sind nun sehr weit von dieser Bedingung entfernt, denn es ist

$$\mu_0 - 1 \text{ nahe} = \frac{1}{3399}$$

und es müsste nach (4) sein

$$\beta < 3400.$$

In der That ist aber $\beta = 746$.

Wie sich die Sache auf einem physikalisch so total von der Erde verschiedenen Körper, wie es die Sonne ist, verhält, kann man nicht von vornherein wissen. Ich werde aber in einem andern Aufsatze zeigen, dass gewisse Wahrnehmungen dafür zu sprechen scheinen, dass dort wirklich totale Reflexionen stattfinden. Im anderen Falle müssten die in den verschiedenen Theilen des Spectrums gemessenen Sonnendurchmesser um so bedeutende Grössen verschieden sein, dass dies den Beobachtern nicht hätte entgehen können, obwohl ähnlichen Fragen bisher noch nicht die genügende Aufmerksamkeit geschenkt worden ist.

Die Dispersion des Lichtes in der Erdatmosphäre äussert sich in der Erscheinung, dass die einfachen Lichtpuncte der Fixsterne zu Spectren sich verlängern. Die Länge dieser Spectren $\delta\zeta$ lässt sich sehr leicht berechnen. Bis zu Zenithdistanzen von etwa 80° wird man mit genügender Genauigkeit ansetzen dürfen

$$\delta\zeta = 2\,\zeta \cdot \frac{\delta\mu_0}{\mu_0^{\,2} - 1} \tag{5}$$

wo ζ die Refraction in Zenithdistanz und $\delta\mu_0$ die Differenz der an der Erdoberfläche stattfindenden Brechungsexponenten für die Farben des Spectrums, welche die Grenzen desselben angeben, bedeuten.

Herr Ketteler[1]) hat die Dispersion der Luft untersucht und gefunden:

Linie	λ	μ_0	Δ
B	0.687	1.000 29353	− 4
C	0.656	29383	− 1
D	0.589	29470	+ 2
E	0.527	29584	+ 2
F	0.486	29685	+ 3
G	0.431	29873	− 2
H	0.397	30026	− 1

Hier sind die Wellenlängen in $^1/_{1000}$ mm. angesetzt. Ich finde hieraus durch die Cauchy'sche Dispersionsformel

$$\mu = 1.000\,29010_5 + 159.9\,\frac{1}{\lambda^2}$$

welche Formel die äusserst kleinen Fehler Δ im Sinne Rechnung-Beobachtung übriglässt.

Setzt man $\lambda_0 = 0.575$, ungefähr entsprechend dem hellsten Theile des Spectrums, so wird

1) U. A. Mousson, Lehrbuch der Physik. II S. 548.

$$\delta\zeta = 0.00542\,\zeta\cdot\left(\frac{1}{\lambda^2}-\frac{1}{\lambda_0^2}\right)$$

und wenn nach der Bessel'schen Refractionstafel

$$\zeta = 57''.7 \operatorname{tg} z$$

gesetzt wird, so ergiebt sich:

$$\delta\zeta = A \operatorname{tg} z$$

$$A = \frac{0''\cdot 313}{\lambda^2} - 0''\cdot 946$$

Man findet hieraus für

$$\lambda = 0.400;\; A = +\,1''.01$$

$$\lambda = 0.700;\; A = -\,0''.31$$

Die Gesammtlänge des kleinen Spectrums innerhalb der angegebenen Grenzen ist also 1''.32. Vor kurzer Zeit hat Herr P. Henry[1]) durch Versuche für dieselbe Grösse 1''·63 gefunden, was auf eine etwas grössere Dispersion hindeuten würde, als Herr Ketteler gefunden hat.

1) Compt. Rend. Band 112.

Ueber die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre.

Von H. Seeliger.

(Eingelaufen 7. November.)

Die Extinction des Fixsternlichtes in der Atmosphäre ist in genauerer Weise zuerst von Herrn Seidel[1]) und in neuerer Zeit von Herrn G. Müller[2]) empirisch bestimmt worden. Die Resultate beider Beobachter stimmen ziemlich nahe mit einander überein und man kann bepaupten, dass die von beiden Beobachtern gegebenen Extinctionstabellen in ihrem characteristischen Verlaufe sogar vollständige Aehnlichkeit zeigen.

Aber auch mit der Theorie stimmen diese Tabellen bis zu sehr grossen Zenithdistanzen überein, wie im folgendem erwähnt wird und wie auch ganz neuerdings Herr G. Müller gezeigt hat. Diese letztere Arbeit des Herrn Müller ist mir indessen erst nach Abschluss meiner Rechnungen bekannt geworden, was ich deshalb erwähne, weil ich die von mir abgeleiteten Differenzen zwischen Theorie und Beobachtung anführen und benutzen werde und nicht die a. a. O. gegebenen.

Was die Theorie der Extinction betrifft, so kann die von Lambert aufgestellte ganz ausser der Betrachtung bleiben;

1) Abhandlungen der kgl. bayer. Akademie, Band VI, 3. Abtheilung, 1852.

2) Publicationen des Potsdamer Observatoriums, Band III, 1883 und Band VIII, 1891.

denn dieselbe ist nichts weiter als eine Interpolationsformel, welche mehr zu bestimmende Parameter enthält, als nothwendig sind. Dagegen besitzen die von Laplace[1]) abgeleiteten Formeln einen hohen Grad der Allgemeinheit. Um hierüber keinen Zweifel zu lassen, werde ich dieselben in Artikel 1 des folgenden Aufsatzes in etwas allgemeinerer Weise ableiten, als von Laplace geschehen ist. Dagegen sind in neuester Zeit besonders von Herrn Langley[2]) beachtenswerthe Einwendungen gegen die Voraussetzungen, auf welchen diese Extinctionstheorie gegründet ist, erhoben worden. Obwohl schon auch von anderer Seite bemerkt worden ist, dass diese Einwände in practischer Beziehung nicht so folgenschwer sein können, als Herr Langley vermuthet hat, so schien es mir doch nicht ganz unnütz, auf diesen Gegenstand noch einmal zurückzukommen. Dies soll in Artikel 2 geschehen. Schliesslich soll in Artikel 3 die Extinction in der Sonnenatmosphäre betrachtet werden. Die vorliegenden Beobachtungen lassen allerdings nur ziemlich unsichere Schlüsse zu. Es scheinen aber durch sie merkwürdige und von vornherein nicht zu erwartende Andeutungen über gewisse Eigenschaften der Sonnenatmosphäre gegeben zu sein, die kurz besprochen zu werden verdienen.

1.

Bezeichnet μ den Brechungsexponenten der in kugelförmigen Dichtigkeitsschichten angeordneten Atmosphäre in der Entfernung r vom Centrum, μ_0 denselben für die Oberfläche der Erde, deren Radius a sei, ferner $\delta\zeta$ das Element der Refraction im Sinne: scheinbare Zenithdistanz weniger wahre, i den Winkel zwischen der nach Aussen gerichteten Tangente an die Refractionscurve und r, z die scheinbare

1) Mécanique céleste, Band IV.

2) American Journal of Science 1884. Vol. 28.

Zenithdistanz des Fixsterns, ds ein Längenelement der Refractionscurve, so ist bekanntlich:

$$\left.\begin{aligned} \mu r \sin i &= \mu_0 a \sin z \\ ds &= \frac{dr}{\cos i} \\ d\zeta &= \frac{-d\mu \operatorname{tg} i}{\mu} \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Setzt man noch, wie üblich

$$\mu^2 - 1 = c\varrho$$

wo c eine Constante und ϱ die Dichtigkeit der Luft ist, so hat man

$$d\zeta = -\frac{c}{2\mu^2} \operatorname{tg} i \, d\varrho$$

Der Absorptionscoefficient wird zufolge sehr plausibler Annahmen der Luftmasse proportional gesetzt, welche der Lichtstrahl trifft.

Demzufolge hat man für die Intensität des beobachteten Sternlichtes J die Gleichung

$$\frac{dJ}{J} = -Q\varrho\, ds$$

was man mit Hilfe von (1) so schreiben kann:

$$\frac{dJ}{J} = \frac{2Q\mu^3}{c\mu_0 a \sin z}\, \varrho \frac{d\zeta}{d\varrho}\, r\, dr \qquad (2)$$

Nach der Bessel'schen Refractionstheorie, welche die beobachteten Erscheinungen im Allgemeinen gut darstellt und welche deshalb hier angenommen werden soll, ist

$$\varrho = \varrho_0 e^{-\beta \frac{r-a}{r}}$$

wo ϱ_0 die Dichtigkeit der Luft an der Erdoberfläche und β eine empirisch bestimmte Constante ist. Hieraus folgt

$$\varrho \frac{dr}{d\varrho} = -\frac{r^2}{\beta a}$$

und hierdurch wird (2):

$$\frac{dJ}{J} = -\frac{2Qa}{c\mu_0\beta}\left(\frac{\mu r}{a}\right)^3 \frac{d\zeta}{\sin z}$$

Der Factor $\left(\frac{\mu r}{a}\right)^3$ weicht nur dort von 1 merklich ab, wo $d\zeta$ sehr klein ist; aus diesem Grunde wird man ihn, wie dies in ähnlicher Weise bei der Entwicklung der meisten Refractionstheorien geschieht, fortlassen können. Es wird demnach, wenn H eine Constante bedeutet:

$$\frac{dJ}{J} = -\frac{H}{\sin z}\cdot d\zeta$$

und integrirt

$$\log J = C - \frac{H}{\sin z}\cdot\zeta \qquad (3)$$

Die gewöhnlichen Refractionstafeln geben die Refraction ζ in der Form

$$\zeta = \alpha \operatorname{tg} z$$

wo α mit z selbst veränderlich ist. Bezeichnet man nun mit J_1 die Lichtintensität des Sternes, wenn derselbe im Zenith stände, und mit J_0 die Intensität des ungeschwächten Sternlichtes, so ergiebt sich aus (3)

$$\left.\begin{aligned} \log\frac{J}{J_1} &= -H\frac{\alpha - \alpha_0\cos z}{\cos z} \\ \log\frac{J_1}{J_0} &= -H\alpha_0 \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Dies sind die bekannten von Laplace gegebenen Gleichungen.

Unter der Correction wegen Extinction $\log\varphi$ versteht man die Grösse, welche zu den beobachteten Helligkeitslogarithmen zu addiren ist, um auf das Zenith zu reduciren.

Ich habe nun aus der a. a. O gegebenen Extinctionstabelle des Herrn G. Müller die Werthe von log φ in passend vertheilten Intervallen herausgenommen und diese Werthe durch die Formeln (4) nach der M. d. kl. Q dargestellt. Die Müller'schen Werthe sind mit M, die aus der Formel folgenden mit L bezeichnet.

zapp	M	L	M—L	x
0°	0	0	0	1.0
20	0.004	0.005	— 1	1.1
40	0.024	0.023	+ 1	1.3
50	0.048	0.043	+ 5	1.6
60	0.092	0.077	+ 15	2.0
70	0.180	0.146	+ 34	2.9
75	0.261	0.216	+ 45	3.8
80	0.394	0.352	+ 42	5.6
81	0.432	0.395	+ 37	6.1
82	0.477	0.448	+ 29	6.8
83	0.533	0.515	+ 18	7.7
84	0.607	0.599	+ 8	8.8
85	0.707	0.707	— 0	10.2
86	0.846	0.859	— 13	12.1
87	1.045	1.066	— 21	14.8
87.5	1.176	1.208	— 32	16.7

Die Constante H ergab sich aus

$$log\,(H\,\alpha_0) = 8.8874-10$$

daher

$$\frac{J_1}{J_0} = 0.837$$

Die Darstellung der Beobachtungen ist eine recht befriedigende. Indessen sind die Differenzen doch von systematischem Character, dem wir um so grösseres Gewicht zusprechen werden, als auch die Seidel'schen Beobachtungen, die mit einem ganz anderen Instrumente ausgeführt sind, Abwei-

chungen von der Theorie in demselben Sinne geben. Wegen des Folgenden fassen wir das Resultat der Vergleichung der Beobachtungen mit der als richtig vorausgesetzten Theorie so zusammen. Die beobachteten Helligkeiten stimmen bei 0° und 85° Grad Zenithdistanz völlig mit den berechneten überein. Dazwischen sind die ersteren etwas kleiner, darüber hinaus sind dieselben etwas grösser.

2.

Herr Langley hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die obige Absorptionsformel strenge genommen nur für einfarbiges Licht giltig ist. Nennt man die wirkliche, also beobachtete Intensität des Lichtes eines Sternes J_B, so muss gesetzt werden

$$J_B = B_1 c_1^{\gamma} + B_2 c_2^{\gamma} + \cdots + B_n c_n^{\gamma} \qquad (1)$$

wo die einzelnen c die Transmissionscoefficienten der verschiedenen Theile des Spectrums sind und die B die Antheile der einzelnen Farben an der Gesammtintensität darstellen: γ giebt die Dicke der Luftschicht, auf welche sich J_B bezieht, hängt also in einfacher Weise von der Zenithdistanz ab. Die im obigen auseinandergesetzte Extinctionstheorie nimmt dagegen auch im Allgemeinen, wie bei einfarbigem Lichte, an

$$J_R = C A^{\gamma} \qquad (2)$$

Man kann sich nun die Berechnung der 2 willkürlichen Constanten C und A in letzterer Formel so ausgeführt denken, dass für 2 Zenithdistanzen, also für 2 verschiedene Werthe von γ, $J_B = J_R$ gemacht worden ist. Es fragt sich dann, wie die Differenz $\log J_B - \log J_R$, als Function der Zenithdistanz z dargestellt, verläuft. Die beiden Werthe für γ, für welche J_B und J_R übereinstimmen, seien γ_0 und γ_1. Dann ist also

$$C A^{\gamma_0} = B_1 c_1^{\gamma_0} + \cdots + B_n c_n^{\gamma_0}$$

$$C A^{\gamma_1} = B_1 c_1^{\gamma_1} + \cdots + B_n c_n^{\gamma_1}$$

Setzt man noch

$$\gamma_1 = m \gamma_0, \text{ wo } m > 1$$

$$c_1^{\gamma_0} = b_1 : c_2^{\gamma_0} = b_2 \cdots c_n^{\gamma_0} = b_n$$

und allgemein

$$\gamma = x \gamma_0$$

so findet man leicht

$$J_B(x) = B_1 b_1^x + B_2 b_2^x + \cdots B_n b_n^x$$

$$J_R(x) = (B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n) \cdot \left(\frac{B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n}{B_1 b_1^m + \cdots + B_n b_n^m} \right)^{\frac{1-x}{m-1}}$$

$$C A^{\gamma_0} = J_B(1)$$

$$C^{m-1} = \frac{(J_B(1))^m}{J_B(m)}$$

und demzufolge (3)

$$Z_m(x) \left(\frac{J_B(x)}{J_R(x)} \right)^{m-1} = \frac{(B_1 b_1^x + \cdots)^{m-1} (B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n)^{x-m}}{(B_1 b_1^m + \cdots + B_n b_n^m)^{x-1}}$$

Hieraus lässt sich für ganze m sehr leicht, wie bereits Herr Langley gezeigt hat und für beliebige m auf etwas complicirtere Weise zeigen, dass jederzeit $Z_m(0) > 1$ also $J_B > J_R$ für $\gamma = 0$ ist. Es folgt hieraus, dass die gewöhnliche Extinctionstheorie die Schwächung des Sternlichtes im Zenith zu klein giebt und hieraus hat Herr Langley geschlossen, dass der aus der Extrapolation der gewöhnlichen Extinctionstheorie hervorgehende Werth $\frac{J_1}{J_0}$ um einen sehr beträchtlichen Procentsatz verkleinert werden müsse, und zwar wollte er es wahrscheinlich machen, dass der richtige Werth

der oben mit $\frac{J_1}{J_0}$ bezeichneten Grösse möglicherweise in der Nähe von 0.6 liegen könnte. Es soll hier, wie schon erwähnt, diese Frage etwas eingehender erörtert werden.

Der Verlauf der Function $Z(x)$ lässt sich in den Hauptzügen leicht übersehen. Man hat zunächst

$$\frac{d^2 \log Z}{d x^2} =$$

$$(m-1)\left\{\frac{[B_1 b_1^x (\log b_1)^2 + \cdots + B_n b_n^x (\log b_n)^2]\ [B_1 b_1^x + \cdots + B_n b_n^x] - [B_1 b_1^x \log b_1 + \cdots + B_n b_n^x \log b_n]^2}{(B_1 b_1^x + \cdots + B_n b_n^x)^2}\right.$$

Der Zähler des Bruches lässt sich aber schreiben

$$B_1 B_2 b_1^x b_2^x (\log b_1 - \log b_2)^2 + B_1 B_3 b_1^x b_3^x (\log b_1 - \log b_3)^2 + \cdots\cdots$$

und dies ist stets eine positive Grösse. Es folgt also, weil $m > 1$ ist, dass stets

$$\frac{d^2 \log Z(x)}{d x^2}$$

positiv sein wird. Die Curve $\log Z(x) = y$ hat demnach nirgends einen Wendepunkt und ist concav nach oben gekrümmt. Die Curve schneidet die Abscissenaxe ($y = 0$) in den Puncten $x = 1$ und $x = m$. Für Werthe $0 < x < 1$ liegt sie, wie man leicht sehen kann, oberhalb, zwischen $x = 1$ und $x = m$ unterhalb und für $x > m$ wiederum oberhalb der Abscissenaxe.

Nach den Bezeichnungen in der Tabelle des vorigen Artikels ist

$$M - L = \log \frac{J_R}{J_B} = -\frac{1}{m-1} \log Z$$

Man sieht demnach, dass die Differenzen $M - L$ ihrem Vorzeichen nach fast ganz so verlaufen, wie es die Function $\log Z$ erfordert und dies würde, abgesehen von andern Einflüssen, die vorderhand unerörtert bleiben mögen, darauf hindeuten, dass die Extinctionstheorie in der That in merkbarer Weise

durch den Einwand Herrn Langley's getroffen wird. In der genannten Tabelle wird $\log Z(x) = 0$ für $z = 0$ und $z = 85^\circ$, was den Werthen $x = 1$ und $x = 10.2$ entspricht. Es sind übrigens zur besseren Uebersicht in der genannten Tabelle gleich die den verschiedenen z entsprechenden Werthe von x mit aufgeführt worden.

Man kann nun auch den Transmissionscoefficienten der Luft im Zenith $\alpha = A^{\gamma_0}$ aus jeder einem beliebigen x zugehörenden Lichtintensität berechnen. Diese Werthe von α werden unter einander nicht übereinstimmen. Denn es ist

$$\alpha = \left(\frac{B_1 b_1^x + \cdots + B_n b_n^x}{B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n}\right)^{\frac{1}{x-1}}$$

was man mit Hülfe von (3) auch schreiben kann:

$$\alpha = \left(\frac{J_B(x)}{J_R(x)}\right)^{\frac{1}{x-1}} \cdot \left(\frac{B_1 b_1^m + \cdots + B_n b_n^m}{B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n}\right)^{\frac{1}{m-1}}$$

oder auch

$$\log \alpha = \frac{J_B(x) - \log J_R(x)}{x-1} + \frac{\log J_B(m) - \log J_B(1)}{m-1}$$

Nach den Müller'schen Beobachtungen der obigen Tabelle ist

$$m = 10.2\,; \quad \log J_B(m) - \log J_B(1) = -0.707$$

d. h.

$$\log \alpha = \frac{\log J_B(x) - \log J_R(x)}{x-1} - 0.0768 \qquad (4)$$

Es folgt hieraus, was eigentlich von vornherein selbstverständlich war, dass $\log \alpha$ für $x = 1$ und $x = m$ denselben Werth erhält, ferner dass für dazwischenliegende Werthe $\log \alpha$ kleiner ist. Indessen werden durch die Division mit $x - 1$ die Abweichungen in $\log \varphi$ zwischen Beobachtung und Rechnung wesentlich verkleinert. Man kann sofort aus den Zahlen der obigen Tabelle die verschiedenen Werthe, welche für $\log \alpha$ hervorgehen, angeben und da diese nur wenig von einander abweichen, so wird man, im Gegensatze zu einer

von anderer Seite geäusserten Behauptung, in der Uebereinstimmung der einzelnen α nur einen sehr wenig entscheidenden Gegenbeweis gegen die Berechtigung der Langley'schen Einwände erblicken.

Auf andere Weise kann man aber zeigen, dass aus den vorhandenen Abweichungen der beobachteten und berechneten Helligkeitslogarithmen, insofern diese nur durch eine im obigen Sinne fehlerhafte Extinctionstheorie entstanden sind, ein Schluss unter gewissen Annahmen auf die Abweichung $\log J_B(0) - \log J_R(0)$ gestattet ist, was im Allgemeinen allerdings einer Extrapolation gleichkommt. Hierbei sollen die von Herrn Langley mit dem Bolometer gefundenen Transmissionscoefficienten zu Grunde gelegt werden.

Mit Hülfe von (3) ergiebt sich sofort der Ausdruck

$$\left\{Z(x)\cdot Z(0)\right\}^{\frac{1}{m-1}} = \frac{(B_1 b_1^x + \cdots + B_n b_n^x)(B_1 + \cdots + B_n)}{(B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n)^2} \left(\frac{B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n}{B_1 b_1^m + \cdots + B_n b_n^m}\right)^{\frac{x-2}{m-1}}$$

Besonders einfach wird dieser Ausdruck für $x = 2$, nämlich:

$$\left\{Z(0)\cdot Z(2)\right\}^{\frac{1}{m-1}} = \frac{(B_1 + \cdots + B_n)\ (B_1 b_1^2 + \cdots + B_n b_n^2)}{(B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n)^2}$$

$$= 1 + \frac{B_1 B_2 (b_1 - b_2)^2 + B_1 B_3 (b_1 - b_3)^2 + \cdots}{(B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n)^2}$$

Es soll nun ein Maximalwerth des zweiten Gliedes rechts (I) aufgestellt werden. Nennt man β den grössten Werth, den

$$\frac{b_1 b_2}{2}\left(\frac{1}{b_1} - \frac{1}{b_2}\right)^2$$

erreichen kann, so ist jedenfalls (I) kleiner als

$$\beta \cdot \frac{2 B_1 B_2 b_1 b_2 + 2 B_1 B_3 b_1 b_3 + \cdots}{(B_1 b_1 + \cdots + B_n b_n)^2}$$

und da der zweite Factor wiederum viel kleiner als 1 ist, jedenfalls

$$\left\{Z(0)\cdot Z(2)\right\}^{\frac{1}{m-1}} < 1+\beta$$

Die Transmissionscoefficienten b der nicht ganz lichtschwachen Regionen im Sonnenspectrum bewegen sich, wenn man von selectiven Absorptionswirkungen absieht, innerhalb der Grenzen $b = 0.64$ und $b = 0.80$. Man findet hiernach für den Maximalwerth β:

$$\beta < 0.03125$$

und hieraus

$$\frac{J_B(0)}{J_R(0)}\cdot\frac{J_B(2)}{J_R(2)} < 1.03125$$

Nach der obigen Tabelle ist

$$\log\frac{J_B(2)}{J_R(2)} = -0.015$$

woraus man findet

$$\frac{J_B(0)}{J_R(0)} < 1.07$$

Danach ergiebt sich der Transmissionscoefficient des Lichts um weit weniger zu klein als um etwa 7%.

In Wirklichkeit aber sind alle diese Rechnungen auf Hypothesen begründet, die bei der optischen Photometrie gar nicht zulässig sind. Die physiologischen Wirkungen der einzelnen Farben in einem gewöhnlichen Spectrum concentriren sich ausserordentlich im Gelb und hier ist es nur eine schmale Zone, die an Wirkung auf das Auge alle andern Farben so ausserordentlich übertrifft, dass man z. B. beim Sonnenlicht fast nur sie allein zu berücksichtigen nöthig hat. Bei auffallend gefärbten Sternen mag die Sache sich anders verhalten; bei der überwiegenden Anzahl der Sterne aber sehr wahrscheinlich nicht. Man kann für das Sonnenspectrum die betreffende Rechnung ausführen, wenn man die B proportional den relativen physiologischen Intensitäten der einzelnen Spectralfarben setzt und für die b die von

Herrn Langley selbst angegebenen Werthe, welche sich zwischen 0.6 und 0.8 bewegen, einsetzt. Dann ergiebt sich für $\frac{J_B(0)}{J_R(0)}$ der von 1 minimal verschiedene Betrag von etwa 1.01. Eine solche Rechnung ist freilich insofern eine hypothetische, weil, soviel ich weiss, nicht bekannt ist, ob sich bei der Mischung von Farben die Intensitäten nach diesem Grundsatze zusammensetzen. Um indessen auch für andere und zwar wesentlich verschiedene Annahmen einen Ueberblick über den Verlauf der Funktion Z zu gewinnen, habe ich noch einige Rechnungen angestellt, die hier kurz angeführt werden mögen.

Trägt man die einzelnen b, wie sie z. B. Herr Langley gefunden hat, als Function der Wellenlänge λ auf, so erhält man eine sehr schwach gekrümmte Curve. Es ist deshalb erlaubt, bei Ueberschlagsrechnungen für diese Curve eine gerade Linie zu setzen und anzunehmen

$$d\,b = a\,d\,\lambda.$$

Nimmt man noch einen stetigen Verlauf der Absorption innerhalb des Spectrums an, sieht also von dem Einflusse der dunklen Linien ab, und setzt alle $B = 1$, was also eine gleiche physiologische Helligkeit aller Farben voraussetzt, so ist

$$\frac{\Sigma B b^x}{n} = \frac{1}{a(\lambda_1 - \lambda_0)} \cdot \frac{b_1^{x+1} - b_0^{x+1}}{x+1}$$

worin λ_0 und λ_1 die Wellenlängen für die Grenzen des sichtbaren Spectrums und b_0 und b_1 die diesen entsprechenden Transmissionscoefficienten bedeuten. Die Formel (3) giebt dann

$$\frac{J_B(x)}{J_R(x)} = \frac{2}{x+1} \cdot \frac{b_1^{x+1} - b_0^{x+1}}{b_1^2 - b_0^2} \cdot \left\{ \frac{m+1}{2} \cdot \frac{b_1^2 - b_0^2}{b_1^{m+1} - b_0^{m+1}} \right\}^{\frac{x-1}{m-1}}$$

oder wenn

$$\frac{b_0}{b_1} = y$$

gesetzt wird:

$$\frac{J_B(x)}{J_R(x)} = \frac{2}{x+1} \cdot \frac{1-y^{x+1}}{1-y^2} \cdot \left\{\frac{m+1}{2} \cdot \frac{1-y^2}{1-y^{m+1}}\right\}^{\frac{x-1}{m-1}}$$

Als numerisches Beispiel möge den Langley'schen Werthen von b für die Wellenlängen 0.666 und 0.430 ungefähr entsprechend $\log y = 9.8920 - 10$ und der obigen Darstellung der Müller'schen Beobachtungen zufolge m 10.16 gesetzt werden. Dann ergiebt sich

$$X = \log J_B(x) - \log J_R(x) = 0.7079 + \log\left(\frac{1-y^{x+1}}{1+x}\right) + (x-1)\,[0.01014]$$

und hiermit für die linke Seite dieser Gleichung

x	X	M—L
0	+0.011	
1	0	0
2	−0.008	−0.015
3	−0.014	−0.037
4	−0.018	−0.047
5	−0.020	−0.046
6	−0.020	−0.038
8	−0.014	−0.014
10	−0.001	0
12	+0.018	+0.013
14	+0.043	+0.022
16	+0.073	+0.030
18	+0.108	—

Eine grosse Aehnlichkeit des Verlaufes von X mit dem der aus einer graphischen Darstellung der M—L entnommenen Werthe ist nicht zu leugnen. Wenn man auch diesem ziemlich willkürlich gewählten Beispiele keine grosse Wichtigkeit zuertheilen kann, so scheint doch auch diese Annahme dafür zu sprechen, dass ein Theil der Differenzen M—L in der

That durch den von Herrn **Langley** erhobenen Einwand zu erklären ist. Wichtiger aber erscheint der Umstand, dass auch hier bei $x = 0$ der Werth von X sehr klein und gar nicht von Belang ist. Der extrapolirte Werth für $x = 0$ ist, wie die Zahlen zeigen, viel geringer als die Abweichungen zwischen $x = 1$ und $x = 10$ und völlig verschwindend gegen die Werthe für sehr grosse x. Es ist ja von vornherein klar, dass bei sehr kleinen Höhen die Extinctionstheorie, auf nicht monochromatisches Licht angewandt, grössere Fehler zeigen muss.

Wie in dem angeführten Beispiele ein besserer Anschluss an die Beobachtungen erreichbar war, als sich thatsächlich für die Beobachtungen des Herrn **Müller** ergeben hat, so kommt man bei der Annahme $y = 0$ zu ganz enormen Abweichungen. Für diesen Fall hat man

$$X = \log J_B(x) - \log J_R(x)$$
$$= 0.3010 - \log(1+x) + (x - 1) \cdot [0.0823]$$

indem m rund zu 10 angenommen wird.

x	X
0	+ 0.219
1	0
2	− 0.094
3	− 0.137
4	0.151
5	− 0.148
6	− 0.133
7	− 0.109
8	0.077
9	− 0.041
10	0

Bemerkenswerth erscheint aber, dass selbst hier der Werth von X für $x = 0$ einzelne Werthe zwischen $x = 1$ und $x = 10$ nicht so bedeutend übersteigt, dass sich die Grösse des extrapolirten Werthes für $x = 0$ nicht sofort in den Abweichungen zwischen Beobachtung und Theorie verrathen müsste.

Schliesslich habe ich noch das Beispiel zu besprechen, welches Herr Langley selbst zum Beweise der Berechtigung seiner Einwürfe und namentlich zur Klarlegung des Umstandes, dass der Transmissionscoefficient A^{r_0} der Luft durch die gewöhnlichen Extinctionsbeobachtungen viel zu gross gefunden wird, angeführt hat. Es muss nun in der That zugegeben werden, dass dieses Beispiel ausserordentlich günstig gewählt ist, indem es gerade für die Argumente x zwischen 0 und 1 verhältnissmässig sehr grosse Werthe für $\log J_B - \log J_R$ liefert. Trotzdem liefert aber auch dieses Beispiel, ganz abgesehen davon, dass es eben nur ein Beispiel ist, das den thatsächlichen Verhältnissen keineswegs zu entsprechen braucht, Zahlen, die sich mit den vorhandenen Darstellungen, so vornehmlich denen des Herrn G. Müller keineswegs vereinigen lassen.

Herr Langley nimmt an, dass unter je 10 Lichtstrahlen des sichtbaren Spectrums je 1 Strahl mit den Transmissionscoefficienten $b = 0.01$, 0.1, 0.2, 0.6, 0.9, 1.0, und je 2 Strahlen mit den Werthen $b = 0.7$ und $b = 0.9$ vorkommen. Mit dieser Zusammensetzung habe ich nun wieder für verschiedene Werthe von x die zugehörigen Werthe von $X = \log J_B(x) - \log J_R(x)$, wie die folgenden Zahlen angeben, berechnet:

x	X	M — L
0	+ 0.173	—
1	0	0
2	— 0.048	— 0.015
3	— 0.071	— 0.037
4	— 0.082	— 0.047
5	— 0.083	— 0.046
6	— 0.071	— 0.038
8	— 0.047	— 0.014
10	0	0
12	+ 0.062	+ 0.013
14	+ 0.132	+ 0.022
16	+ 0.211	+ 0.030

Die Differenzen $M - L$ sind hier so angesetzt, wie sie sich aus einer graphischen Darstellung der in der ursprünglichen Tabelle enthaltenen Differenzen ergaben und mögen vielleicht in der letzten Stelle nicht ganz sicher sein. Was nun die Grössen X betrifft, so zeigen dieselben in der That die Eigenschaft, dass sie für $x = 0$ bis 1 wesentlich positiv sind und zwischen $x = 1$ bis $x = 10$ negativ bleiben und zwar zu nicht sehr bedeutender Höhe anwachsen. Aber schon die letzteren Differenzen dürften sich kaum mit den Beobachtungen vereinigen lassen, wie die Vergleichung mit den Zahlen $M - L$ beweist. Für grosse Zenithdistanzen ($m > 10$) ist vollends die Abweichung so enorm, dass man sagen muss, das Langley'sche Beispiel entspricht auch nicht entfernt den durch die Beobachtungen angezeigten Verhältnissen. Man wird schon hieraus vermuthen, dass es auch zwischen $x = 0$ und $x = 1$ sich nicht bestätigen wird. Es kann dies natürlich nur durch Beobachtungen auf hohen Bergen untersucht werden und in der That sprechen die von Herrn Müller auf dem Säntis angestellten Beobachtungen keineswegs dafür, dass die Einwendungen des Herrn Langley eine solche practische Bedeutung haben, wie derselbe meinte.

Man wird nach alledem behaupten dürfen, dass für die Photometrie, welche die Stärke des Lichtes nach seinen physiologischen Wirkungen misst, die Einwände des Herrn Langley, trotz ihrer prinzipiellen Richtigkeit und Wichtigkeit, von keiner grossen Bedeutung sind. Andeutungen der erwähnten Einwirkungen zeigen sich, wie in dem Früheren auseinandergesetzt worden, in unzweifelhafter Weise. Dass dieselben aber nur in sehr verkleinertem Maassstabe eintreten können, wird nach den obigen Bemerkungen erklärlich erscheinen. Jedoch wurde hierbei stets von der selectiven Absorption abgesehen. Diese kann in den obigen Formeln dadurch zum Ausdruck gebracht werden, dass man eine ihrer Stärke entsprechende Anzahl von Strahlen mit sehr

kleinen b annimmt. Innerhalb der Werthe der x von 1 bis nahe dem Horizonte ist aber, wie die Vergleichung mit den Beobachtungen ergeben hat, hiervon nur wenig zu merken. Es folgt hieraus natürlich noch nicht, dass dies auch zwischen $x = 0$ und $x = 1$ sich so verhält, denn es könnten viele Strahlen mit so kleinen b vorkommen, dass ihre Intensitäten schon für $x = 1$ fast völlig unmerklich geworden sind. Dass diese Annahme aber besonders wahrscheinlich wäre, kann wohl kaum behauptet werden, und auch die Beobachtungen auf hochgelegenen Stationen haben dies kaum oder wenigstens nur in sehr geringem Grade bestätigt.

Noch auf einen Punkt muss hingewiesen werden, in welchem sich die optisch-physiologische Photometrie wesentlich unterscheidet von andern Methoden, aus den Wirkungen des Lichtes auf dessen Intensität zu schliessen. Es ist seit Purkinje bekannt, dass die relative physiologische Wirkung verschiedenfarbigen Lichtes von der Intensität abhängt und dass bei abnehmender Intensität die brechbareren Theile des Spectrums gegenüber den rothen grössere Wirkungen erzielen. Es würde daraus folgen, dass röthliches Fixsternlicht, wenn es, wie üblich, mit einer in Bezug auf Farbe unveränderlichen Lichtquelle verglichen wird, bei der Annäherung an den Horizont etwas mehr geschwächt wird, als die strenge Absorptionstheorie verlangt und für blaues Licht würde sich die Sachlage umkehren. Eine Wirkung in demselben Sinne ergiebt sich, wenn man die grösseren dem rothen Theil des Spectrums zugehörigen b verkleinert gegenüber den kleineren dem blauen Theil angehörenden, oder was dasselbe ist, wenn man das Intervall, innerhalb dessen sich die b bewegen, verengt. Zu einer zahlenmässigen Verfolgung dieses Gegenstandes fehlen aber vorläufig fast alle Daten. Vor allem darf man hierbei nicht vergessen, dass es keineswegs feststeht, wie die erwähnten Einwirkungen sich bei Mischfarben gestalten und selbst wenn man hierüber im Klaren wäre, wäre es

nothwendig, die Lichtvertheilung innerhalb der Spectra der beobachteten Sterne zu untersuchen und in Rechnung zu ziehen. Jedenfalls ergiebt sich, dass das Resultat der Extinctionsbeobachtungen in verwickelter Weise von vielen Umständen abhängt. Dass die Färbung der Sterne von Einfluss auf dieses Resultat ist, haben ebenfalls die Beobachtungen des Herrn G. Müller deutlich gemacht.

3.

Es ist jedenfalls eine interessante Aufgabe, zu versuchen, ob die Laplace'sche Extinctionstheorie auch noch auf einen von der Erde so sehr verschiedenen Körper, wie die Sonne, anwendbar bleibt.

Denkt man sich die Sonne als einen glühenden Körper, so wird dieselbe sich, wenn anders die für solche Körper geltenden photometrischen Grundgesetze Geltung behalten, als gleichförmig helle Kreisscheibe darstellen. Es war schon Bouguer bekannt, dass dies nicht der Fall ist, vielmehr die Helligkeit vom Mittelpunkt nach dem Rande merklich abnimmt. Hieraus hat Laplace[1]) auf das Vorhandensein einer absorbirenden Sonnenatmosphäre geschlossen. Seine den Gegenstand betreffenden Rechnungen gehen aber von einem seither als unrichtig erkannten Gesetz über die Helligkeit selbstleuchtender Kugeln aus.

Genauere Beobachtungen über die Helligkeitsvertheilung auf der Sonnenscheibe sind in neuester Zeit von Herrn H. C. Vogel[2]) ausgeführt worden und zwar mit einem Spectralphotometer. Herr Vogel hat seine Messungen auch nach der Laplace'schen Theorie (nach Verbesserung des

1) Mécanique céleste, Band IV.

2) Monatsbericht der Akademie der Wissenschaften in Berlin. 1877, S. 107 ff.

erwähnten Fehlers) bearbeitet, ist aber zum Theil aus dem Grunde, weil nicht die Helligkeitslogarithmen der Rechnung zu Grunde gelegt worden sind, zu einem nicht sehr befriedigenden Resultat gelangt. Dagegen fand er eine fast vollständige Uebereinstimmung mit der Theorie, wenn die in verschiedenen Farben gemessenen Helligkeiten mit verschieden grossen Sonnendurchmessern berechnet werden. Dass dieses Resultat zu einem näheren Eingehen auffordert, wird wohl kaum bezweifelt werden können.

Nennt man die Helligkeit in der Mitte der Sonnenscheibe J_0 und in der scheinbaren Entfernung ϱ vom Mittelpunkte (Sonnenradius = 1 gesetzt) J, ferner z die Zenithdistanz, unter welcher von einem Elemente der Sonnenoberfläche ein Strahl ausgehen muss, um in's Auge zu gelangen und ζ die Refraction, welche dieser Strahl in der als dunkel und das Licht absorbirend angesehenen Sonnenatmosphäre erfährt, so ist nach der obigen Extinctionsformel

$$\log \frac{J}{J_0} = \nu_1 \left\{ \frac{\zeta}{\sin z} - \left(\frac{\zeta}{\sin z} \right)_0 \right\}$$

Nimmt man nun noch vorderhand an, und diese Annahme hat Laplace ausschliesslich verfolgt, dass die Refraction dem Gesetze

$$\zeta = \alpha \operatorname{tg} z$$

folgt, wo α constant für alle z ist, so wird

$$\log \frac{J}{J_0} = \nu \frac{1 - \cos z}{\cos z} \qquad (1)$$

Bezeichnet aber μ_0 den Brechungsexponenten der Sonnenatmosphäre an der Oberfläche, so hat man zufolge der Bemerkungen in der vor diesem Aufsatze abgedruckten Notiz[1])

$$\sin z = \frac{\varrho}{\mu_0} \qquad (2)$$

Auf die eigentliche Bedeutung der Verbindung der Gleichungen (1) und (2) soll später eingegangen werden.

1) Notiz über die Strahlenbrechung in der Atmosphäre.

Ich habe nun die Beobachtungen des Herrn Vogel zunächst mit dem Werthe $\mu_0 = 1$ nach Formel (1) reducirt und die besten Werthe von ν im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate, angewandt auf die Helligkeitslogarithmen, für jede Farbe abgeleitet. Man findet alles in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Es sind unter B die beobachteten und unter R die berechneten J (Numeri) gegeben. Ich habe hierbei nur einen Auszug aus den Vogel'schen Tabellen benutzt und die Ausgleichung bezieht sich auf die Helligkeiten für $\varrho = 0.0, 0.1, 0.2 \cdots 0.9$. Die Werthe für $\varrho = 0.95$ sind nur zur Vergleichung angesetzt, denn es war doch von vornherein nicht zu erwarten, so nahe am Rande noch mit der Formel (1) auszureichen. Die Wellenlänge der Farbe, in welcher die Messung ausgeführt worden, ist in 0.001 *mm* angesetzt.

	Violett		Dunkelblau		Blau		Grün		Gelb		Roth	
	$\lambda = 0.409$		$\lambda = 0.443$		$\lambda = 0.470$		$\lambda = 0.513$		$\lambda = 0.579$		$\lambda = 0.662$	
ϱ	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R
0.0	10.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.1	99.6	99.7	99.7	99.6	99.7	99.8	99.7	99.8	99.8	99.5	99.9	99.9
0.2	98.5	98.7	98.7	98.9	98.8	99.1	98.7	99.0	99.2	98.2	99.5	99.5
0.3	96.3	97.1	96.8	97.3	97.2	97.8	96.9	97.8	98.2	98.0	98.9	98.8
0.4	93.4	94.6	94.1	95.0	94.7	96.0	94.3	95.9	96.7	96.3	98.0	97.7
0.5	89.7	91.0	90.2	91.7	91.3	93.0	90.7	93.1	94.5	93.8	96.7	96.1
0.6	82.4	85.9	84.9	87.0	87.0	89.3	86.2	89.1	90.9	90.2	94.8	93.7
0.7	74.4	78.3	77.8	80.0	80.8	83.4	80.0	83.1	84.5	84.7	91.0	90.2
0.8	63.7	66.5	67.0	68.9	71.7	73.9	70.9	73.5	74.6	75.9	84.3	84.1
0.9	47.7	45.4	50.2	49.8	57.6	55.7	56.6	55.1	59.0	58,6	71.0	71.5
[0.95	34.7	26.8]	[35.0	29.3]	[45.6	36.9]	[44.0	36.2]	[46.0	40.8]	[58.0	56.5]
ν	0.2655		0.2419		0.1968		0.2004		0.1795		0.1127	
log ν	9.4240		9.3837		9.2941		9.3018		9.2542		9.0517	

Aus den Werthen ν ergeben sich für den Transmissionscoefficienten der Sonnenatmosphäre (Intensität für $z = 0$ dividirt durch die ungeschwächte Intensität)

Roth . . .	0.77	Blau . . .	0.64
Gelb . . .	0.66	Dunkelblau .	0.57
Grün . . .	0.63	Violett . .	0.54

Diese Zahlen ergeben, was selbstverständlich bereits Herr Vogel bemerkt hat, eine überraschend geringe Schwächung des Lichtes durch die Sonnenatmosphäre, so dass man dieser (insoweit sie als nicht leuchtendes, absorbirendes Medium in Frage kommt) entweder eine sehr geringe Höhe oder eine auffallend geringe Dichtigkeit wird zuertheilen müssen. Was ferner die Differenzen zwischen B und R betrifft, so wird man schon jetzt die Darstellung im Roth und Gelb als genügend anerkennen müssen. Im Roth ist sie sogar ganz ausgezeichnet. Das Mittel der absoluten Werthe der Abweichungen ist

für Roth 0.002 bez. 0.003
„ Gelb 0.003 „ 0.009

je nachdem man die Werthe für $\varrho = 0.95$ fortlässt oder mitnimmt. Dagegen lassen die Abweichungen in den anderen Farben zu wünschen übrig. Wenn auch systematische Fehler in den vorliegenden Rechnungen nicht ganz ausgeschlossen sind, (Blau und Grün scheinen dies anzudeuten) so sind doch offenbar die Messungen so vortrefflich, dass man den Versuch einer besseren Darstellung wohl wagen darf und man wird hierzu gezwungen, weil diese Differenzen fast vollständig verschwinden, wenn man eine etwas strengere Extinctionstheorie, als die Formel (1) vorausgesetzt, zu Grunde legt.

Zuerst wurden Werthe von μ_0 schätzungsweise so angenommen, dass die nach Formel (2) und (1) gerechneten Werthe log J sich den beobachteten besser als früher anschlossen. Es ergab sich so:

	Violett		Dunkelblau		Blau		Grün	
	$\frac{1}{\mu_0} = 0.947$		$\frac{1}{\mu_0} = 0.947$		$\frac{1}{\mu_0} = 0.92$		$\frac{1}{\mu_0} = 0.92$	
ϱ	B	R	B	R	B	R	B	R
0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.1	99.6	99.6	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7
0.2	98.5	98.4	98.7	98.6	98.8	98.8	98.7	98.7
0.3	96.3	96.3	96.8	96.8	97.2	97.2	96.9	97.1

	Violett		Dunkelblau		Blau		Grün	
	$\frac{1}{\mu_0}$ 0.947		$\frac{1}{\mu_0} = 0.947$		$\frac{1}{\mu_0} = 0.92$		$\frac{1}{\mu_0} = 0.92$	
ϱ	B	R	B	R	B	R	B	R
0.4	93.4	93.1	94.1	94.1	94.7	94.8	94.3	94.7
0.5	88.7	88.7	90.2	90.3	91.3	91.5	90.7	91.3
0.6	82.4	82.8	84.9	85.0	87.0	87.0	86.2	86.5
0.7	74.4	74.8	77.8	77.7	80.8	80.6	80.0	80.0
0.8	63.7	63.7	67.0	67.0	71.7	71.5	70.9	70.9
0.9	47.7	47.7	50.2	50.2	57.6	57.7	56.6	56.6
0.95	[34.7	36.8]	[35.0	37.8]	[45.6	47.6]	[44.0	46.4]
ν	0.4101		0.3268		0.3018		0.3155	
$\log \nu$	9.6134		9.5142		9.4840		9.4990	
	$\frac{J_0}{i} = 0.39$		0.47		0.50		0.48	

Wie man sieht, ist schon jetzt die Darstellung eine so vollkommene geworden, dass es völlig illusorisch wäre, etwa durch Veränderung von μ_0 einen noch besseren Anschluss zu erzielen. Eine Behandlung nach der Methode der kleinsten Quadrate scheint mir vorderhand nicht am Platz, da es sich durchaus nur um Abweichungen handelt, die von den Beobachtungen kaum verbürgt werden können. Man wird aber auch nicht den Zahlenwerthen μ_0 allzu grosses Gewicht beilegen dürfen und als gesicherte Folgerung darf nur gelten gelassen werden, dass man mit solchen Werthen von μ_0, welche um einige Hundertstel grösser als 1 sind, die vorhandenen Beobachtungen in den obigen vier Farben gut darstellen kann, während dies bei Roth und Gelb schon mit Werthen von μ_0, welche sich nicht merklich von 1 unterscheiden, gelungen ist. Um nun einzusehen, auf welche Verhältnisse in der Sonnenatmosphäre die angestellten Rechnungen hindeuten, muss zuerst hervorgehoben werden, dass die Formel (1) schon bei der Berechnung der Extinction in der Erdatmosphäre nicht ausreichend ist. Denn es genügt nicht, in dem Ausdruck

$$\zeta = \alpha \operatorname{tg} z_0$$

wo z_0 die scheinbare Zenithdistanz ist, α als constant vorauszusetzen, wohl aber wird es bei den in diesem Artikel vorkommenden Zenithdistanzen genügen, zu setzen:

$$\zeta = \alpha \operatorname{tg} z_0 - \gamma \operatorname{tg}^3 z_0$$

woraus die Extinctionsformel hervorgeht

$$\log \frac{J}{J_0} = -\nu \left\{ \frac{1 - \cos z_0}{\cos z_0} - \frac{\gamma}{\alpha} \cdot \frac{\sin^2 z_0}{\cos^3 z_0} \right\} \tag{3}$$

Die z_0 sind bei den vorliegenden Sonnenbeobachtungen nicht bekannt. Die Rechnungen zeigten, dass man mit den beiden Formeln (2) und (1) auskommt; die gefundenen μ_0 sind nun aber keineswegs die Brechungsquotienten an der Sonnenoberfläche, vielmehr sagen sie nur aus, dass die Brechungen in der Sonnenatmosphäre nicht mehr nach (1), sondern nach der allgemeineren Formel (3) berechnet werden müssen. Um dies einzusehen braucht man nur die gefundenen von 1 wenig verschiedenen Werthe

$$\mu_0 = 1 + \lambda$$

zu setzen und die zweiten und höheren Potenzen von λ zu vernachlässigen. Setzt man dann

$$\sin z = \sin z_0 - \lambda \sin z_0$$

in die Formel (1) ein, so ergiebt sich sofort

$$\log \frac{J}{J_0} = -\nu \left\{ \frac{1 - \cos z_0}{\cos z_0} - \lambda \frac{\sin^2 z_0}{\cos^3 z_0} \right\} \tag{4}$$

also genau die Formel (3), wenn nur

$$\lambda = \frac{\gamma}{\alpha}$$

gemacht wird.

Hiernach sagen an sich auch die absoluten Werthe von μ_0 nichts über die Brechungsquotienten an der Sonnenoberfläche aus, sie könnten nach Umständen auch kleiner als 1 werden, ohne zu physikalischen Widersprüchen zu führen. Dagegen aber spricht der Umstand, dass die Werthe von μ_0 so verschieden

von einander sind, so entschieden, als es der Genauigkeit der Beobachtung entspricht, dafür, dass eine ziemlich bedeutende Dispersion in der Sonnenatmosphäre stattfindet. Dieser Schluss ist freilich wesentlich darauf gegründet, dass die Beobachtungen im Roth und Gelb einerseits und in den übrigen Spectralfarben andrerseits nicht durch nahe dieselben Werthe von μ darstellbar sind und man wird natürlich diese Folgerung, da sie sich nur auf die Beobachtungen eines Beobachters und eines Instrumentes stützt, nur mit grosser Reserve aussprechen können.

Wenn nun die Sonnenatmosphäre wirklich so bedeutende Dispersionen zeigt, wie die oben angeführten Zahlen andeuten, so muss zunächst der Widerspruch beseitigt werden, der darin liegt, dass die in verschiedenen Farben gemessenen Sonnendurchmesser nicht jene enorme Differenzen aufweisen, wie hieraus zu folgen scheint. Nach der früheren Notiz ist die Vergrösserung des scheinbaren Durchmessers der Sonne σ proportional mit $(\mu_0 - 1)$ und zufolge der obigen Werthe wäre diese Vergrösserung so gross, dass sie auch ganz rohen Messungen nicht hätte verborgen bleiben können, auch solchen nicht, die mit keineswegs monochromatischen Blendgläsern ausgeführt worden sind. Man darf, obwohl diese Verhältnisse, deren Untersuchung genug des Interessanten darbietet, nicht ausreichende Beobachtung gefunden haben, doch mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass die Verschiedenheit der in verschiedenen Farben gemessenen Durchmesser nicht grösser als vielleicht 0ʺ2 beträgt, wenigstens sind die von Herrn Auwers[1]) neuerdings ausgeführten Messungen kaum mit grösseren Abweichungen zu vereinigen. Es ist aber leicht einzusehen, wie man beide Thatsachen in Uebereinstimmung bringen kann.

Nach den gefundenen Werthen für ν ist, wie schon bemerkt, die Absorption, welche die Sonnenatmosphäre ausübt,

1) Astron. Nachr. No. 2935.

in Anbetracht der Grösse des Sonnenkörpers, auffallend gering. Es muss hieraus geschlossen werden, dass entweder diese Atmosphäre sehr wenig hoch oder sehr wenig dicht sei. Nimmt man nun das erstere an, so kommt man, so weit ich sehe, nirgends zu Widersprüchen. Die relativ grossen Werthe von $\mu_0 - 1$, welche auf eine grössere Dichtigkeit der absorbierenden Schicht der Sonnenoberfläche hindeuten, wenigstens nach der den Verhältnissen auf der Erde entsprechenden Annahme, dass $\mu - 1$ oder $\mu^2 - 1$ der Dichtigkeit proportional ist, enthalten gar nichts Unmögliches und ferner müssen dann, wie aus der bereits citirten Notiz hervorgeht, am Sonnenrande totale Reflexionen auftreten, welche jene Vergrösserung des scheinbaren Durchmessers nicht zu Stande kommen lassen. Die zweite von vornherein als möglich zuzulassende Annahme einer ausgedehnten und sehr dünnen Sonnenatmosphäre dagegen wird so lange als sehr unwahrscheinlich gelten müssen, als nicht die für verschiedene Farben so verschieden sich ergebenden Werthe von μ als aus systematischen Beobachtungsfehlern hervorgegangen nachgewiesen sind. Man könnte hierbei noch zweifelhaft sein, ob nicht die factischen Brechungsexponenten an der Sonnenoberfläche, infolge des Auftretens eines grossen Factors, trotzdem die in Formel (4) vorkommende Grösse λ für zwei Farben um einige Hundertstel verschieden erhalten worden sind, doch nur sehr wenig verschieden zu sein brauchen, und demzufolge eine grosse Dispersion anzunehmen nicht nothwendig ist. Wahrscheinlich ist dies an sich nicht; wenn man beispielsweise die Brechungsverhältnisse, wie sie die Bessel'sche Theorie liefert, auf die vorliegenden Verhältnisse anwendet, lässt sich die Sache leicht entscheiden.

Ist α die Refractionsconstante und β die Constante der Bessel'schen Theorie, so ist für kleine α nahe

$$\lambda = \frac{1}{\beta} + \frac{7}{4}\frac{\alpha}{\beta} - \frac{1}{2}\alpha$$

und für zwei verschiedene Farben

$$\lambda_0 - \lambda_1 = (\alpha_0 - \alpha_1)\left[\frac{7}{4\beta} - \frac{1}{2}\right]$$

Es wird demnach $\alpha_0 - \alpha_1$ und demzufolge auch die Differenz der Brechungquotienten für zwei verschiedene Farben nur dann nicht von derselben Grössenordnung wie $\lambda_0 - \lambda_1$ werden, wenn β sehr klein ist und dies ist nach der ersten Gleichung für λ nicht möglich, weil λ klein, nämlich einige Hundertstel ist.

Wenn sich auch der Gegenstand nicht weit genug verfolgen lässt, so scheinen sich doch interessante Ausblicke zu eröffnen und es wäre sehr wünschenswerth, wenn solche Beobachtungsreihen, wie sie Herr Vogel geliefert hat, wiederholt und mit der grössten erreichbaren Genauigkeit ausgeführt werden möchten.

Oeffentliche Sitzung

zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königlichen Hoheit des Prinz-Regenten

am 15. November 1891.

Wahlen.

Von der mathematisch-physikalischen Classe wurden gewählt und von Seiner Königlichen Hoheit dem Prinz-Regenten bestätigt:

zum ordentlichen Mitgliede:

Herr Dr. Ludwig Boltzmann, k. k. österr. Hofrath und Professor der theoretischen Physik an der Universität zu München;

zum auswärtigen Mitgliede:

Das bisherige correspondirende Mitglied Herr Dr. Ernst Haeckel, Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität zu Jena;

zu correspondirenden Mitgliedern:

Herr Dr. Eduard van Beneden, Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität zu Lüttich;

Herr Dr. Giovanni Capellini, Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität zu Bologna.

Sitzung vom 5. Dezember 1891.

1. Herr L. v. SEIDEL überreicht eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes, Leo Königsberger in Heidelberg: „über die Irreductibilität der algebraischen partiellen Differentialgleichungssysteme."

2. Herr W. v. GÜMBEL legt seine Publikation: „Vierte Abhandlung der geognostischen Beschreibung von Bayern (Fränkischer Jura) in fünf Kartenblättern und einem Textband mit einer Uebersichtskarte" mit einigen erläuternden Bemerkungen vor.

3. Derselbe übergiebt sodann eine von dem auswärtigen Mitgliede, Professor Dr. F. v. Sandberger in Würzburg eingeschickte Abhandlung: „über die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt und Bulach im Württembergischen Schwarzwalde."

Ueber die Irreductibilität der algebraischen partiellen Differentialgleichungssysteme.

Von Leo Königsberger in Heidelberg.

(Eingelaufen 7. November.)

Ich erlaube mir im Folgenden einige Sätze bezüglich der Irreductibilität partieller Differentialgleichungssysteme mitzutheilen, deren ausführliche Darlegung nächstens im „Journal für Mathematik" erscheinen wird.

Eine algebraische partielle Differentialgleichung erster Ordnung, die sich bekanntlich stets auf die Form bringen lässt

$$(1)\quad \frac{\partial G\left(z_1, z_2, \cdots z_\mu, u, \frac{\partial u}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u}{\partial z_\mu}, t_1\right)}{\partial t_1} \frac{\partial u}{\partial z_1} = G_1\left(z_1, z_2, \cdots z_\mu, u, \frac{\partial u}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u}{\partial z_\mu}, t_1\right),$$

worin G und G_1 ganze Functionen der eingeschlossenen Grössen und t_1 eine Lösung der mit Adjungirung der Grössen

$$z_1, z_2, \cdots z_\mu, u, \frac{\partial u}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u}{\partial z_\mu}$$

algebraisch irreductibeln Gleichung

$$(2)\quad G\left(z_1, z_2, \cdots z^\mu, u, \frac{\partial u}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u}{\partial z_\mu}, t\right) = 0$$

ist, soll irreductibel genannt werden, wenn keines ihrer Integrale das Element eines Integralsystems irgend eines Systems algebraischer partieller Differentialgleichungen mit beliebig vielen abhängigen und nur $\mu - 1$ der unabhängigen Variabeln $z_1, z_2 \cdots z_\mu$ bildet, oder, was dasselbe ist, wenn keines ihrer Integrale eine algebraische partielle Differentialgleichung beliebiger Ordnung mit nur $\mu - 1$ der unabhängigen Variabeln befriedigt.

Eine algebraische partielle Differentialgleichung erster Ordnung mit zwei unabhängigen Variabeln ist also irreductibel, wenn sie mit keiner gewöhnlichen algebraischen Differentialgleichung irgend welcher Ordnung ein Integral gemein hat.

Man zeigt dann leicht,

> dass eine irreductible partielle Differentialgleichung erster Ordnung mit einer anderen partiellen Differentialgleichung erster Ordnung, aber niederen Grades[1]) nie ein Integral gemein haben kann, dass aber, wenn dieselbe mit einem partiellen Differentialgleichungssystem höherer Klasse[2]) oder derselben (ersten) Klasse, aber höheren oder desselben Grades ein Integral gemein hat, dann auch sämmtliche Integrale der partiellen Differentialgleichung erster Ordnung Elemente von Integralsystemen des partiellen Differentialgleichungssystems bilden werden,

und daraus wieder unmittelbar,

---

1) Der Grad der partiellen Differentialgleichung wird durch den Grad der Gleichung (2) in Bezug auf t definirt.

2) Die Klasse eines partiellen Differentialgleichungssystems wird durch die Anzahl der abhängigen Variabeln bestimmt.

dass, wenn eine irreductible partielle Differentialgleichung erster Ordnung mit einer algebraischen partiellen Differentialgleichung höherer Ordnung **ein** Integral gemein hat, sie alle Integrale mit derselben gemein haben, also selbst ein algebraisches Integral der letzteren sein muss.

Die angeführten Sätze führen nun mit einigen Modificationen auf die allgemeine Irreductibilitätsdefinition und die aus dieser entspringenden Sätze für beliebige partielle Differentialgleichungssysteme.

Sei das partielle Differentialgleichungssystem m^{ter} Klasse mit den m abhängigen Variabeln $u_1, u_2, \cdots u_m$ und den μ unabhängigen Variabeln $z_1, z_2, \cdots z_\mu$ vorgelegt

$$(3) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial G}{\partial t_1} \dfrac{\partial u_1}{\partial z_1} = G_1 \\ \dfrac{\partial G}{\partial t_1} \dfrac{\partial u_2}{\partial z_1} = G_2 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \dfrac{\partial G}{\partial t_1} \dfrac{\partial u_m}{\partial z_1} = G_m, \end{cases}$$

worin $G_1, G_2, \cdots G_m$ ganze Functionen der Grössen

$$(\alpha) \quad \cdots z_1, z_2, \cdots z_\mu, u_1, u_2, \cdots u_m, \frac{\partial u_1}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_1}{\partial z_\mu}, \cdots \frac{\partial u_m}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_m}{\partial z_\mu}, t_1,$$

und t_1 eine Lösung der mit Adjungirung der Grössen (α) algebraisch irreductiblen Gleichung

$$(4) \quad G\left(z_1, z_2, \cdots z_\mu, u_1, u_2, \cdots u_m, \frac{\partial u_1}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_1}{\partial z_\mu}, \cdots \frac{\partial u_m}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_m}{\partial z_\mu}, t\right) = 0$$

ist, so soll dasselbe ein **irreductibles** genannt werden, wenn **kein** System von $1, 2, 3, \cdots$ oder $m-1$ Integralelementen $u_1, u_2, \cdots u_{m-1}$ wiederum $1, 2, 3, \cdots$ oder $m-1$ Elemente eines Integralsystems eines

partiellen Differentialgleichungssystems beliebiger Klasse und beliebigen Grades bildet, in welchem von den nach z_1 genommenen partiellen Differentialquotienten nur

$$\frac{\partial u_1}{\partial z_1} \text{ oder } \frac{\partial u_1}{\partial z_1}, \frac{\partial u_2}{\partial z_1}, \text{ oder } \cdots, \text{ oder } \frac{\partial u_1}{\partial z_1}, \frac{\partial u_2}{\partial z_1}, \cdots \frac{\partial u_{m-1}}{\partial z_1}$$

enthalten sind, oder welches die Form hat

$$(5) \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial u_1}{\partial z_1} = v_1 \\ &\frac{\partial u_2}{\partial z_1} = v_2 \\ &\cdots\cdots\cdots \\ &\frac{\partial u_k}{\partial z_1} = v_k \\ &\psi_{k+1}\Big(z_1, z_2, \cdots z_\mu, u_1, u_2, \cdots u_k, v_1, v_2, \cdots v_k, v_{k+1}, \cdots v_{k+\varepsilon}, \\ &\quad \frac{\partial u_1}{\partial z_2}, \frac{\partial u_2}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial v_1}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial v_{k+\varepsilon}}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_1}{\partial z_\mu}, \cdots \frac{\partial v_{k+\varepsilon}}{\partial z_\mu}\Big) = 0 \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &\psi_{k+\varepsilon}\Big(z_1, z_2, \cdots z_\mu, u_1, u_2, \cdots u_k, v_1, v_2, \cdots v_k, v_{k+1}, \cdots v_{k+\varepsilon}, \\ &\quad \frac{\partial u_1}{\partial z_2}, \frac{\partial u_2}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial v_1}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial v_{k+\varepsilon}}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_1}{\partial z_\mu} \cdots \frac{\partial v_{k+\varepsilon}}{\partial z_\mu}\Big) = 0, \end{aligned} \right.$$

worin k eine der Zahlen $1, 2, \cdots m-1$ bedeuten darf, und $\psi_1, \cdots \psi_{k+\varepsilon}$ algebraische Functionen der eingeschlossenen Grössen sind.

Mit Hülfe dieser Definition lässt sich nun der Fundamentalsatz der Irreductibilität folgendermassen aussprechen:

Wenn **ein** Integralsystem des **irreductibeln** Differentialgleichungssystems (3) einen Theil der Elemente oder alle Elemente eines Integralsystems

des algebraischen partiellen Differentialgleichungs-systems höherer Klasse oder derselben Klasse, aber höheren Grades

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial H}{\partial \tau_1}\dfrac{\partial u_1}{\partial z_1} = H_1 \\ \dfrac{\partial H}{\partial \tau_1}\dfrac{\partial u_2}{\partial z_1} = H_2 \\ \cdots\cdots\cdots \\ \dfrac{\partial H}{\partial \tau_1}\dfrac{\partial u_\lambda}{\partial z_1} = H_\lambda \end{cases}$$

bildet, worin $H_1, H_2, \cdots H_\lambda$ ganze Functionen der Grössen

$$(\beta)\cdots\cdot z_1, z_2, \cdots z_\mu, u_1, u_2, \cdots u_\lambda, \frac{\partial u_1}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_1}{\partial z_\mu}, \cdots \frac{\partial u_\lambda}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_\lambda}{\partial z_\mu}, \tau_1,$$

und τ_1 eine Lösung der mit Adjungirung der Grössen (β) algebraisch irreductibeln Gleichung

$$(7)\ H\left(z_1, z_2, \cdots z_\mu, u_1, u_2, \cdots u_\lambda, \frac{\partial u_1}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_1}{\partial z_\mu}, \cdots \frac{\partial u_\lambda}{\partial z_2}, \cdots \frac{\partial u_\lambda}{\partial z_\mu}, \tau\right) = 0$$

ist, so werden alle Integralsysteme von (3) das Differentialgleichungssystem (6) befriedigen.

Ueber die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt und Bulach im württembergischen Schwarzwald.

Von F. v. Sandberger.

(Eingelaufen 5. Dezember.)

Der nördliche **Schwarzwald** ist am Ostrande von einer Buntsandsteinzone umgeben, welche früher offenbar mit jener des Westrandes in Verbindung gestanden hat, wie zahlreiche über das Hochplateau des Gebirges verlaufende Züge desselben beweisen. Diese stehen aber jetzt zum Theil nicht mehr in unmittelbarem Zusammenhange, sondern bilden hochgelegene Wasserscheiden der tief in das Grundgebirge eingeschnittenen Thäler der Rench, Kinzig, Murg und Enz. Im Nagoldthale, dem östlichsten der Hauptthäler, tritt das Grundgebirge nur in Form von Granit und nur auf einer kleinen Strecke bei dem oberen Bade von Liebenzell zu Tage: es mag das eine besonders hoch aufragende Granitklippe gewesen sein, welche daher von dem Buntsandstein nicht so vollständig bedeckt werden konnte, als ihre nächste Umgebung. Die geringste Breite zeigt der nördliche Buntsandsteinzug bei Schenkenzell, wo er sich an den südlichen anschliesst, welcher dann das Grundgebirge bis an den Rhein bei Waldshut und Säckingen begleitet. Nach Norden nimmt er fortwährend an Breite zu, bei Freudenstadt erreicht er schon 17, bei Neu-Bulach 29, bei Neuenbürg 38 km, bei Durlach ist er aber meist schon durch die überlagernde Wellenkalk-

Gruppe grösstentheils verdeckt und tritt erst am Südrande des Odenwaldes bei Heidelberg wieder an die Oberfläche.

Bezüglich der Gliederung des Buntsandsteins mag einstweilen bemerkt werden, dass ich keine Veranlassung habe, von meiner früheren Auffassung derselben abzugehen. Hiernach folgen von unten nach oben

Unterer Buntsandstein.

1. Heller, oft ganz weisser Sandstein mit zahlreichen Feldspath-Bröckchen und Flecken von Manganoxyden und Brauneisenstein (Tigersandstein), zuweilen, namentlich nach oben reich an Porphyr-, aber auch Quarz-Geröllen, stellenweise Conglomerat-Bänke bildend (Rossbühl, Bahnhof Teinach).

2. Rothgefärbte thonige, oft plattenförmige Sandsteine nach oben von gröberem Korne, reich an Kaolin-Bröckchen und gewöhnlich auch an infiltrirter Quarzsubstanz, zu oberst mit einer oder mehreren Conglomerat-Bänken, in welchen Gerölle von weissem Quarze und verschiedenfarbigen harten Quarzsandsteinen vorherrschen. Kieselsandstein (Sandb.). Mittlerer Buntsandstein (Eck). Ueberall verbreitet.

Mittlerer Buntsandstein.

3. Bläulicher oder violeter Sandstein mit dolomitischen Putzen und Carneol-Schnüren, nur an einzelnen Orten gut aufgeschlossen, z. B. am Kienberg bei Freudenstadt, Kniebis beim Gasthaus zum Lamm 942,32 m, Elmen bei Baiersbronn 899,20 m, Rossberg 800 m, Wildberg bei Calw, Durlach u. s. w.

Oberer Buntsandstein

4. Thoniger, meist dunkelrother Sandstein, nach oben in dünnplattige, glimmerreiche Lagen übergehend (Lossburg, Rodt, Wittlensweiler, Neu-Bulach u. a. O.)

5. Rother Schieferthon (Röth), ebenfalls nicht überall gut aufgeschlossen, aber oft sehr deutlich, wie in den Eisenbahn-Einschnitten bei Freudenstadt, Calw, Pforzheim und Durlach.

Zwischen den Abtheilungen 4 und 5 lagert, wie aus dem Profile bei Wittlensweiler ersichtlich, zuweilen noch genau in demselben Niveau, wie der Chirotherien-Sandstein in Franken, eine lichte, feinkörnige Sandstein-Bank mit kalkigem Bindemittel.

Ueber dem Röth folgt unmittelbar der Wellen-Dolomit. Ein im August 1891 in Begleitung des Herrn Dr. Beck aus Stuttgart an der Bahnlinie nahe dem grossen Viaduct bei Wittlensweiler aufgenommenes Profil zeigt die folgende Schichtenreihe:

Oberer Buntsandstein	Glimmereicher Thonsandstein . .	8,00 m	
	Weisser harter, glimmerarmer Sandstein	0,75 „	(Chiroth.-Bk. in Franken 0,60 m)
	Röth, selten dolomitische Putzen und kleine Kalkspath-Drusen enthaltend	3,00 „	
		11,75 m	
Unterster Wellendolomit.	Harter graugrüner Mergel . . .	0,35 m	
	Unterste gelbgraue, sehr feinkörnige Dolomitbank	0,50 „	
	Harter graugrüner Mergel . . .	1,50 „	
	Mittelkörniger gelbbrauner Dolomit, plattenförmig, mit Wad, Kupferlasur und Malachit	0,75 „	
		3,10 m	

In der Nähe des Profils steht ein kleiner Schwerspath-Gang im Wellendolomit zu Tage.

Ebenso verhält sich die Grenzregion bei Aach, Rohrdorf, Nagold, Neu-Bulach (Signalhöhe) u. a. a. O., nur die weisse Sandstein-Bank ist nicht überall aufgeschlossen.

Es wird nun zunächst nothwendig sein, der kurzen Schilderung der für das vorliegende Thema hauptsächlich in Betracht kommenden Gesteine eine eingehendere mit besonderer

Rücksicht auf die chemische Beschaffenheit derselben folgen zu lassen.[1])

Der Tigersandstein ist stets licht gefärbt und namentlich in der tiefsten Region reich an Flecken von Mangan- und Eisenoxyden, welche ich schon 1861 als Reste manganhaltiger Braunspathe erkannt hatte.[2]) In den Bohrlöchern zu Teinach[3]) war dieses Bindemittel noch vollständig erhalten vorgefunden worden, es ist das Material, aus welchem durch Einwirkung der in den Wassern des darüber lagernden Sandsteins reichlich vorhandenen Kieselsäure die Kohlensäure entwickelt wird, welche den Teinacher Quellen den Charakter von Säuerlingen verleiht. Aber nicht bloss unter Tag lässt sich das nachweisen, sondern wenigstens ebenso schön auch in dem erst seit dem Bau der württembergischen Schwarzwaldbahn freigelegten grobkörnigen Sandstein am Bahnhof Teinach, 342 m ü. M., also ungefähr in demselben Niveau, in welchem die Wiesenquelle in Teinach erbohrt wurde. Hier steht ein zwar nicht gefleckter, aber durch sein grobes Korn und seinen Reichthum an Feldspath-Trümmern, wie durch sein Niveau noch deutlich als zu derselben unteren Abtheilung des Buntsandsteins, wie der Tigersandstein, gehörig erkennbarer Sandstein zu Tage an, dessen Bindemittel (20,37 proc.) durchweg aus lichtem etwas bittererdehaltigem Kalkspath[4]) besteht, welcher sich in Salzsäure unter starkem Brausen auflöst. Eckige Gerölle von Quarz-Porphyr, bis 0,04 m lang und 0,03 m breit, herrschen in seinen Conglomerat-Bänken

1) Bezüglich der in dem Schlämmrückstande der sämmtlichen Sandsteine enthaltenen Mineralien mag bemerkt werden, dass in ihnen mikroskopischer Zirkon und Turmalin, sowie Magnetkies niemals fehlen, zuweilen ist auch Rutil in geringer Menge vorhanden.

2) Geolog. Beschreib. der Gegend von Baden S. 19.

3) Regelmann, Quellwasser Württembergs S. 36.

4) 16,13 $Ca\,OCO^2$, 4,10 $Mg\,OCO^2$ und 0,34 $Ca\,OSO^3$.

vor, auch solche von weissem Quarze sind nicht selten[1]), jedoch stets weit kleiner, Quarzsandstein fehlt aber gänzlich. Das Ganze könnte man statt Conglomerat, in Betracht der eckigen Beschaffenheit der Gerölle wohl auch Breccie nennen. Man wird die aus Porphyr bestehenden als von einer nahegelegenen, aber jetzt ganz von Buntsandstein überdeckten Porphyr-Kuppe oder einer Porphyr-Breccien-Bank des mittleren Rothliegenden abgeschwemmtes und hier wieder abgelagertes Material ansehen müssen. In letzterem Falle liegt es nahe, den Ursprungsort der Porphyrgerölle in dem 8 km entfernten Enzthale zu suchen, wo ja Rothliegendes in grossen Massen ansteht und feldspathreicher Granit zur Bildung der Feldspath-Bröckchen des Sandsteins in grösster Menge zur Verfügung stand. An Porphyr-Geröllen so reiche Bänke, wie sie hier als Local-Bildung vorliegen, sind mir in der tiefsten Abtheilung des unteren Buntsandsteins im badischen Schwarzwald nie zu Gesicht gekommen. Dort[2]) treten sie vielmehr massenhaft, aber niemals über die Quarz- und Quarzsandstein-Gerölle vorwiegend, erst neben diesen in der oberen auf und werden von solchen des mittleren härteren Rothliegenden, Kieselhölzern aus demselben u. s. w. begleitet, wie das auch im Odenwald u. a. a. O. der Fall ist.

Die auf den Tigersandstein folgenden Wechsel von thonigen, plattenförmigen und mittelkörnigen, z. Th. an infiltrirter Quarzsubstanz reichen, aber meist nicht fest verkitteten, sondern lockeren (zuckerkörnigen) Sandsteine (Kieselsandstein Sandb.[3]) näher zu beschreiben erscheint unnöthig, da dies bereits meisterhaft von Daubrée und wiederholt von mir[4])

1) In einer Durchschnittsprobe 20 auf 45 Porphyr-Gerölle.

2) Untersuch. über Erzgänge I. S. 45.

3) Gänzlich verschieden von dem von Paulus und anderen württembergischen Geologen ebenso benannten verkieselten Nebengesteine der Erzgänge.

4) Geolog. Beschreib. der Gegend von Baden S. 19 u. a. a. O.

geschehen ist. Sie schliessen mit Bänken von grobem, vorwiegend aus Geröllen von weissem Quarze und verschiedenfarbigen harten Quarzsandsteinen gebildetem Conglomerat nach oben ab. Nur der in Berührung mit den Erzgängen im grossen Steinbruche an der Christophsaue bei Freudenstadt aufgeschlossene Theil dieser Gruppe wird später genauer zu schildern sein.

Ebensowenig geben die Aufschlüsse in der mittleren carneolführenden Schichten-Gruppe hier zu weiterer Besprechung Veranlassung. Die oberen rothen thonigen Sandsteine, unten regelmässig in Quader und oben in glimmerreiche Platten abgesondert, sind über das ganze Plateau verbreitet und bilden bei Neu-Bulach das unmittelbare Nebengestein des dortigen Ganges; soweit bis jetzt bekannt, enthalten sie ausser Eisen und wenig Mangan keine Schwermetalle. Diese Gesteine zeigen im Gebiete des südwestdeutschen Buntsandstein-Zuges eine ausserordentlich grosse Beständigkeit in petrographischer und chemischer Beziehung, so dass es mir nicht möglich sein würde, Handstücke von Lossburg, Neu-Bulach und Durlach von solchen aus dem badischen Odenwalde oder Franken zu unterscheiden. Auch die Analysen zeigen höchstens Schwankungen im Kieselsäuregehalt, d. h. in der Menge des Quarzsandes.[1]) Die Leitpflanzen, Anomopteris Mougeoti und Equisetum Mougeoti, sind ebenfalls von Villingen bis Durlach an einzelnen Orten, namentlich bei Nagold[2]) beobachtet.

Ebenso verhält es sich auch mit dem rothen Schieferthone, dem Röth, dessen petrographische Beschaffenheit und durch sie bedingte Undurchlässigkeit für Wasser ihm in dem

1) Vergl. die Analysen des oberen Buntsandsteins von Neuenbürg von Wolff (Württemb. Jahresh. XXIII. S. 84 und von Erlabrunn und Thüngersheim bei Würzburg von Hilger (Mitth. a. d. pharmac. Institute und Laboratorium f. angew. Chemie zu Erlangen I. S. 140 ff.)

2) Begleitworte zu Blatt Calw S. 9.

ganzen Gebiete eine hervorragende Wichtigkeit als Quellenhorizont verleiht. Seine Brauchbarkeit zur Verbesserung von Kalkböden und zur Darstellung von Cement ist in dem württembergischen Schwarzwalde schon lange bekannt, auch wird er mit den kalkärmeren Mergeln des Wellendolomits zusammen seit langer Zeit zur Ziegel-Fabrikation benutzt, wie bei Freudenstadt, Bulach u. s. w., doch sind die Ziegel nur von mittlerer Qualität. Die Resultate der Analysen[1]) von württembergischem und fränkischem Material stimmen wieder völlig überein. Minimale Spuren von Kupfer wurden wiederholt beobachtet, aber keine weiteren Schwermetalle ausser Eisen und wenig Mangan. Kleine Mengen von kohlensaurem Kalke und kohlensaurer Bittererde fehlen nie.

Gegen die tiefrothe Farbe des Röths bildet die schwarzgraue des unverwitterten und die gelbbraune des verwitterten Wellendolomits, welcher ihm unmittelbar aufgelagert ist, einen starken Gegensatz. Für den vorliegenden Zweck erscheint es überflüssig, auf die ganze Schichtenfolge des Wellendolomits und seine Beziehungen zu den weiter südlich und nördlich auftretenden Fortsetzungen einzugehen; das bleibt einer anderen Arbeit vorbehalten. Nur soviel möge bemerkt werden, dass seine tiefsten Bänke südlich bis in die Gegend von Nieder-Eschach und Horgen bei Rottweil, nördlich bis in jene von Ettlingen (Jttersbach) durch den gleichen Gehalt an Kupfer und anderen Schwermetallen ausgezeichnet sind. Auch im Rheinthale bei Hubbad unweit Achern finden sich noch die kupferhaltigen Bänke, wenn auch nicht über Tag.[2]) Diese Ablagerungen erscheinen jetzt vorzugsweise auf der rechten

1) z. B. C. Gmelin, Naturwiss. Abh. Tübingen 1826 S. 178. Hilger a. a. O. S. 141.

2) Sandberger, Geol. Beschreib. der Gegend von Baden S. 17. — Die Verbreitung des Gesteins ist auf den sorgfältig ausgeführten Blättern der geogn. Specialkarten von Württemberg und Baden leicht zu verfolgen.

Seite des Nagoldthales mächiger entwickelt. Kleine abgerissene Ablagerungen auf der linken, wie bei Neu-Bulach, beweisen, dass das ganze Plateau von Freudenstadt an nördlich bis gegen Pforzheim von ihnen überdeckt war, aber sehr starke Abschwemmungen erfahren hat. Der Kupfergehalt dieser Bänke ist schon lange bekannt[1]), eine genauere chemische Untersuchung derselben hat niemals stattgefunden, wurde aber für die vorliegende Arbeit nothwendig. Das Material habe ich bereits im Jahre 1886 an Ort und Stelle gesammelt und 1891 zweckentsprechend ergänzt. Hierbei ergab sich, dass nur die in dem oben angegebenen Profile angeführten versteinerungsleeren unteren Dolomit-Bänke Kupfer, Arsen, Antimon, Wismuth, Kobalt und Silber enthalten, wie sich bei Verwendung von 20—22 grm. auf das Deutlichste herausstellt, und es ist nun an der Zeit, diese eingehender zu besprechen.

Die unterste Dolomitbank ist fast nur in Eisenbahn-Einschnitten im unverwitterten Zustande zu treffen, sie stellt dann einen schwarzgrauen, fast dichten Dolomit dar, welcher seine Färbung einem reichlichen Gehalte an Bitumen verdankt. Gewöhnlich ist er aber in Folge der Verwitterung bereits in ein gelbgraues, äusserst feinkörniges Gestein umgewandelt, wie z. B. in den Profilen bei Aach, Wittlensweiler, Nagold, an der Signalhöhe zwischen Neu- und Alt-Bulach u. s. w.

Was zunächst die chemische Zusammensetzung[2]) betrifft, so liegen ältere Analysen I—IV von Wellendolomit vor, dessen Niveau nicht bestimmt wurde, Analyse V bezieht sich aber auf die zweitunterste Bank von Grünthal bei Freudenstadt.

1) v. Alberti Monographie 1834 S. 37, 39, 41.

2) Der Schlämmrückstand des Wellendolomits enthält nur sehr wenig mikroskopischen Zirkon und Turmalin, sowie Magnetkies und seine Bestandtheile haben daher keinen Einfluss auf das Resultat der Analysen.

	Kohlens. Kalk	Kohlens. Bittererde	Kohlens. Eisenoxydul	Kohlens. Kupferoxyd	Kohlens Manganoxydul	Unlösl. Rückstand	Wasser
I. Dornstetten[1]	50,82	40,62	0,87	—	0,53	5,66	1,50
II. Nagold[1]	46,53	38,17	1,46	—	0,25	13,57	—
III. Ittersbach[2]	54,48	31,48	2,17	—	nicht best.	2,83	—
			Eisenoxydhydrat			ausserdem Thonerde 6,71, Kali 0,26, Natron 1,83.	
IV. Durlach[3]	27,66	15,00	13,07	—	nicht best.	44,82	—
			Kohlens. Eisenoxydul				
V. Grünthal[4]	47,25	33,18	2,04	0,046	—	14,78 (Thonerde, Kieselsäure u. Schwerspath-Blättchen[5])	

Der kohlensaure Kalk verhält sich zu der kohlensauren Bittererde annähernd wie

I. 1:1, II. 1:1, III. 3:2, IV. 3:2, V. 3:2.

Ausser den angeführten Bestandtheilen des Wellendolomits fand sich in der untersten Bank von Aach noch reichlich Kupfer, Arsen, Antimon, Wismuth, Kobalt und schon auf nassem Wege Silber, welches für diese Varietät in der k. k. Probir-Anstalt zu Přibram zu 0,0015 proc. bestimmt wurde. Es ist nach Analogie des sogleich zu besprechenden Verhaltens der zweituntersten Schicht des Wellendolomits wohl kaum zweifelhaft, dass die Schwermetalle auch in der untersten als Fahlerz enthalten waren, in den an-

---

1) C. Gmelin, Naturw. Abh. 1. Bd. 1. Hft. 1826.

2) Nessler bei Platz, Geol. Beschr. d. Gegend v. Ettlingen S. 26.

3) Cnefelius, Verhandl. d. naturwissensch. Vereins zu Karlsruhe I. S. 22.

4) Hilger's gefällige Mittheilung.

5) Der ganz unzersetzte Wellendolomit der zweituntersten Bank von Glatten enthielt in 100 Theilen 0,135, in 1 kg also 1,35 g Schwerspath; um 1 g des Spaths in Freiheit zu setzen, war also die Auslaugung von 740,74 g Wellendolomit erforderlich.

gewitterten Varietäten war aber kein metallglänzender Körper mehr zu entdecken, vermuthlich ist das Erz hier schon in die später zu besprechenden gelben erdigen Massen umgewandelt. Der geringe Schwefelsäuregehalt des Gesteins würde ebenfalls dafür sprechen, wie spätere Beobachtungen über die Zersetzungs-Producte des Fahlerzes darthun werden. Der Schlämmrückstand des mit Salzsäure behandelten Gesteins bestand überwiegend aus Quarzsplittern. Ausblühungen von Salzen schwerer und edler Metalle wurden an der untersten Bank nicht beobachtet, sondern lediglich sehr dünne, dunkelschwarze Ueberzüge von Wad auf den Kluftflächen, auf welchen nicht selten Gruppen von Kalkspath-Rhomboedern oder solche von wasserhellen Aragonit-Nadeln aufsitzen. Zu Neu-Bulach sind auf Klüftchen auch Aggregate kleiner durch Bitumen schwarzgefärbter Quarzkrystalle vorgekommen. Das kohlensaure Manganoxydul, welches zweifellos dem frischen Dolomit als isomorpher Bestandtheil angehört, in den Analysen der verwitternden Gesteine aber als Oxydhydrat angegeben wird, ist daher zuerst als Hyperoxyd abgeschieden worden, wo auf den Klüften des Gesteins lufthaltige Wasser eingedrungen waren und gleichzeitig wurde auch ein Theil des kohlensauren Kalks gelöst und als reiner Kalkspath, bezw. Aragonit wieder abgesetzt.

Was die zweitunterste Bank des Wellendolomits betrifft, so ist sie nicht fein-, sondern mittelkörnig, im frischen Zustande, wie z. B. in den Eisenbahn-Einschnitten, dann in den Brüchen bei Grünthal und Glatten bei Freudenstadt tief schwarzgrau und so hart, dass sie, abgesehen von dem Gebrauche als „schwarzer", d. h. hydraulischer Kalk auch als Strassenmaterial benützt werden kann, z. B. auf der Strasse von Freudenstadt nach Dietersweiler. Sehr gewöhnlich enthält sie kleine Bitterspath-Drusen, in welchen Gruppen sehr kleiner Fahlerz-Kryställchen aufsitzen, welche dieselben Elemente enthalten, die oben aus dem untersten Wellendolomit angeführt

wurden. Sobald die Verwitterung unter Zerstörung des Bitumens grössere Fortschritte gemacht hat, geht das Gestein in erbsengelbe bis gelbbraune Massen über und auf den Klüftchen erscheinen dann zunächst wieder schwarze Anflüge von Wad, welche bald mehr bald weniger reichlich mit traubigem oder strahligem Malachit, Kupferlasur[1]) und kleinen Kalkspath-Krystallen (*R*) bedeckt sind. Ueberaus merkwürdig ist das Verhalten des erst in neuerer Zeit von mir genauer untersuchten, in Salzsäure unlöslichen Rückstands, indem derselbe sich als theilweise aus Blättchen von Schwerspath[2]) bestehend erwiesen hat. Gewiss ist das in Gesteinen häufiger der Fall, als man bisher vermuthen konnte. So verhält sich auch der sog. blaue Dolomit der Lettenkohlen-Gruppe bei Würzburg ganz ebenso.

Das Gestein hatte ich schon 1885[3]) näher charakterisirt und als vollständiges Analogon des Kupferschiefers bezeichnet. Wenn man erwägt, dass sich die sämmtlichen in demselben auftretenden Schwermetalle und das Silber, wenn auch nur in geringer Menge in den Glimmern der krystallinischen Gesteine des nördlichen Schwarzwalds[4]) ebensowohl wiederfinden, wie der Baryt in den Feldspathen derselben, so lässt sich wohl begreifen, dass sie längere Zeit als schwefelsaure und Chlorverbindungen in den Wassern des Trias-Meeres gelöst bleiben und endlich durch organische Substanz ausgefällt werden konnten. Das Rothliegende, welches ja auch nur aus Schutt des Urgebirgs besteht, enthält ja am Rande des Schwarzwaldes nicht selten ebenfalls Kupfererze und in demselben setzt sogar bei Königswart unweit Schwarzenberg im

1) Zuweilen in kleinen, aber deutlichen Krystallen $\infty P \infty . 0P . - P$.

2) Mikroskopischer Schwerspath war bisher in Gesteinen nicht bekannt, da der in Säuren nicht lösliche Rückstand in der Regel nicht weiter untersucht wurde.

3) Unters. über Erzgänge II. S. 244 f.

4) Daselbst I. S. 48, 49, 52. II. S. 273 f., 340 f. u. a. a. O.

oberen Murgthale ein Fahlerz und Kupferwismuthglanz führender Gang auf. Derselbe wurde urkundlich 1598, 1623, 1787 und zuletzt als Johann-Friedrichsgrube 1823—25 bebaut und führte, nach den s. Z. von dem Revierbeamten Eisenlohr zu Freudenstadt gesammelten Stücken zu schliessen, Fahlerz von derselben Zusammensetzung wie das der Freudenstadter und Bulacher Gänge, jedoch mit etwas höherem Antimon- und geringerem Kobaltgehalte. Der mit vorgekommene Wismuthkupferglanz wird in vielen Schriften irrig als „Nadelerz" bezeichnet, er enthält aber keine Spur Blei, sondern ausser Kupfer und Wismuth nur sehr wenig Antimon.

Innerhalb des ursprünglich überall von Wellendolomit bedeckten Buntsandstein-Gebietes und nur in diesem treten nun Schwerspath-Gänge da auf, wo sich Verwerfungs-Spalten gebildet haben. Sie zeigen sich, wo ersterer nicht abgeschwemmt worden ist, noch in dem Wellendolomit selbst, wie bei Wittlensweiler, Aach und Glatten, gewöhnlich aber in dem durch Erosion des letzteren und des Röths entblössten Buntsandstein. Wie tief sie hinabreichen, ist nicht sicher zu ermitteln.

Da die Verhältnisse nicht überall die gleichen sind, so erscheint es nützlich, die Gang-Gruppen um Freudenstadt und Neu-Bulach zunächst getrennt zu behandeln, obwohl ihre Ausfüllung nicht verschieden ist.

I. Die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt.

Zu dieser Gruppe gehören die in unmittelbarer Nähe von Freudenstadt in Friedrichsthal, an der Christophsaue und bei Wittlensweiler, Aach, Hallwangen und Glatten auftretenden Gänge, welche seiner Zeit von dem verstorbenen Hüttenverwalter Eisenlohr aufgenommen wurden und auch auf dem Blatte Freudenstadt der geognostischen Specialkarte

von Württemberg (1866) eingetragen sind. Es sind deren im Ganzen 17.[1]) Die Grubenbauten, namentlich die Schächte sind meistens nicht mehr zugänglich, doch ist das Ausgehende von manchen Gängen über Tag noch deutlich sichtbar und zeigt sich meist 1 m und darüber mächtig, wie der östlichste Gang, welcher noch heute in dem Walddistricte Steinbruch bei Christophsthal anstehend zu beobachten und über Christophsaue und die Aufschlüsse am Rödter Weg fast bis Lossburg zu verfolgen ist. Ebenso verhalten sich die Gänge bei Hallwangen, dann jene bei Aach und Glatten und einer bei Wittlensweiler. Das Streichen schwankt von h. 9, welches stark vorherrscht, bis zu h. 11. Der grosse städtische Steinbruch an der Christophsaue bei Freudenstadt ist für die Beobachtung der Gänge und ihres Verhaltens zum Nebengesteine der lehrreichste Punct, obwohl kein Wellendolomit in demselben ansteht, sondern erst etwas tiefer an der bis Lossburg fortsetzenden Verwerfungsspalte auftritt, welcher die südliche Fortsetzung des östlichen Ganges folgt. In dem nördlichen Theile des grossen Steinbruchs wurde gemeinsam mit Herrn Dr. Beck das folgende Profil der hier ziemlich ungestörten Schichtenfolge des Buntsandsteins in aufsteigender Reihe aufgenommen:

1. Mittelkörniger Sandstein, roth und weiss gestreift, nicht selten voll von rothen Thongallen . . . . 13,0 m
2. Roth und weiss gestreifter feinkörniger, in Platten abgesonderter Sandstein . . . . 0,5 „
3. Röthlicher mittelkörniger Sandstein . . 1,0 „
4. Plattenförmiger Sandstein mit Zwischenlagen von rothem Schieferthon . . . . 0,3 „
5. Untere Gerölle führende Bank mit zerstreuten Geröllen . . . . 1,5 „

1) Quenstedt, Geol. Ausflüge S. 133 gibt, wohl aus Irrthum 30 an.

6. Plattenförmiger roth und weiss gestreifter Sandstein	0,2 m
7. Harter gelber Sandstein ohne Gerölle . .	3,5 „
8. Kaolinführender Sandstein[1]) mit Geröllen, zu oberst förmliche Conglomerat-Bank . . .	4,0 „
9. Plattenförmiger Sandstein, oben mit Wellenfurchen	1,7 „
	25,7 m

Etwas über der Mitte des Bruchs nach Süden zu tritt die erste schmale Gangkluft mit 70° Einfallen nach SSW auf, dann folgt eine zweite breitere mit gleichem Einfallen, die dritte unter gleichem Winkel, aber nach N fallende, ist schon 1 m breit, aber erst von der vierten, gleichfalls 1 m breiten, mit Schwerspath und Erzen (Fahlerz und wenig Kupferkies, sehr selten auch Kupferwismuthglanz (Emplektit)) ausgefüllten an senken sich die Schichten stark nach Süden und liegt z. B. die obere Conglomerat-Bank nur wenig über der oberen Sohle des Steinbruchs. Der fünfte Gang von gleicher Mächtigkeit und gleicher Ausfüllung ist jetzt leider durch das in den Bruch hineingebaute Hotel Waldeck fast ganz verdeckt.

Was die Struktur der Gänge betrifft, so sind Salbänder niemals und Absonderung in Lagen nur selten erkennbar. Drusen sind nicht häufig mit Schwerspath oder Eisenspath-Krystallen, vielmehr gewöhnlich mit Quarz ausgekleidet, auf welchen dann Ueberzüge von Brauneisenstein und Kupfermanganerz folgen. Die Klüfte in der Nähe von reichlicher eingewachsenem Fahlerz erscheinen gewöhnlich mit Zersetzungsproducten desselben, namentlich Mixit, seltener auch Würfelerz und Olivenit bedeckt. Das Nebengestein zwischen den Gängen ist stets vollkommen verkieselt und zwar durch

1) Enthält ein wenig kohlensauren Baryt, wie auch andere Buntsandsteine. Unters. über Erzgänge II. S. 355 f.

infiltrirte Quarzsubstanz [1]), welche auch die kleinsten Zwischenräume ausfüllt, wie nachgegossene Melasse jene des Zuckers in Zuckerhüten, und daher seine Bestandtheile zu einem scheinbar völlig homogenen Ganzen verbindet. Natürlich ist dieses Gestein als Strassen- und Pflaster-Material sehr geschätzt. Auch die kleineren eckigen Gesteinsbrocken, welche im Gangraum selbst von Schwerspath oder Quarz umschlossen häufig zu treffen sind, haben diese Umwandlung erfahren. In der Teufe, wie auch meist in der nordwestlichen Fortsetzung, z. B. im Walddistrikte Steinbruch ist Quarz dem Schwerspath so häufig und in Masse beigemengt, dass dieser für die Verwendung bei der Bleiweiss-Fabrikation untauglich wird und wohl kaum mehr eine andere als die zum Bestreuen der Fusswege finden wird. In der Teufe sollen die Erze in Quarz eingebrochen sein, ich kann darüber nicht urtheilen, will aber nicht unterlassen zu bemerken, dass mir der verstorbene Hüttenverwalter Eisenlohr Erzproben von der letzten Befahrung des tiefen Christophsstollens [2]) mitgetheilt hat, welche aus nicht reichlich in Quarz eingewachsenem Fahlerz und Kupferwismuthglanz [3]) bestanden.

Brauneisenstein trat nur in einer Grube am Rödter Wege in solchen Mengen auf, dass er benutzt werden konnte. Das daraus producirte Eisen wird aber wohl von geringer Qualität gewesen sein, da das Erz viel Mangan, Kupfer und Arsen [4]) enthält.

Ich gebe nun zunächst Beispiele für die Reihenfolge der Mineralien auf den Gängen der nächsten Umgebung von Freudenstadt. [5])

---

1) Amorphe Kieselsäure war nirgends mehr zu entdecken.

2) Der 300 Lachter lange Stollen ist ganz im Tigersandstein, aber nicht im Grundgebirge aufgefahren.

3) Analyse s. unten.

4) In Drusen fand sich nicht selten Würfelerz und Kupfermanganerz.

5) Da die Mineralien der Gänge der Gegend von Freudenstadt und jene von Neu-Bulach fast völlig übereinstimmen, so werden sie zusammen erst in einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung eingehender geschildert werden.

I. 1. Verkieselter Sandstein. 2. Fahlerz $\left(+\frac{O}{2}\cdot\infty O\right)$, z. Th. von grossblätterigem Schwerspath I. umhüllt.

II. 1. Wie bei I. 2. derbes Fahlerz, hier und da mit Kupferkies verwachsen.

III. 1. Wie bei I u. II. 2. Schwerspath mit eingewachsenem Fahlerz. 3. Eisenspath in Rhomboedern, stellenweise schon stark verwittert und in dichten Brauneisenstein umgewandelt.

IV. 1. Schwerspath, zahlreiche Putzen von Fahlerz in verschiedenen Zersetzungsstufen und von erdigem Rotheisenstein umschliessend. 2. Mixit in zahlreichen strahligen Büscheln.

V. 1. Schwerspath mit stark zersetztem, in gelbliche pulverige Massen umgewandeltem Fahlerz. 2. Quarz II ($\infty R\cdot\pm R$). 3. Würfelerz in sehr klein. Krystallen $\left(\infty O\infty\cdot+\frac{O}{2}\right)$.

VI. 1. Grobblätteriger Schwerspath, oben mit Krystallen bedeckt, welche mit Quarzkryställchen überzogen und z. Th. schon Pseudomorphosen sind. In Drusen: 2. kugeliger Erinit und 3. krystallisirter Olivenit.

VII. 1. Brauneisenstein. 2. in Drusen: Würfelerz $\left(\infty O\infty\cdot\frac{O}{2}\right)$. 3. Schaliges Kupfermanganerz (Rödter Weg).

VIII. 1. Schwerspath mit 2. Brauneisenstein-Schnüren, welche meist in Hydrohämatit umgewandelt sind (Christophsthal).

IX. 1. Verkieselter Sandstein. 2. Quarz II ($\infty R\cdot\pm R$). 3. Schaliger Brauneisenstein. 4. Schaliges Kupfermanganerz.

X. 1. Wie bei IX. 2. Quarz II ($\infty R\cdot\pm R$). 3. Schaliger Brauneisenstein. 4. Kupfermanganerz in kleintraubigen Gruppen. 5. Schwerspath II, weisse Tafeln.

XI. 1. Schwerspath I. 2. Kupfermanganerz. 3. Kleintraubiger Chalcedon (Friedrichsthal).

Der Bergbau bei Freudenstadt ist sehr alt und würde wohl die an zahllosen Stellen unternommenen Versuche reich-

licher gelohnt haben, wenn das 33,89 proc. Kupfer und 1,37 proc. Silber enthaltende Fahlerz öfter in grösseren Mitteln eingebrochen wäre. Nach den vorliegenden Nachrichten sind aber nur selten grössere Mengen von Silber gewonnen worden. Daraus wurden sogenannte Christophs-Thaler[1]) geprägt, wie in den Jahren 1573, 1603, 1659[2]), den Blüthezeiten des Bergbaus, die später nicht mehr wiederkehrten. Die Silberhütte im Forbachthale existirt längst nicht mehr, der Staat hat jetzt auch die früher an Stelle derselben in grösserem Massstabe betriebene Eisenwaaren-Production (Pfannenschlägerei u. s. w.) stark reducirt. Die z. Z. allein noch fortbestehende Sensen-Fabrication steht aber noch in vollem und lohnendem Betrieb. In neuerer Zeit sind die Freudenstadter Gruben zwar wieder gemuthet, aber nicht in Betrieb gesetzt worden.

In östlicher Richtung folgt nun eine Anzahl von Gängen bei dem Dorfe Wittlensweiler. Sie sind nur noch an geringen Ueberresten der Halden von Schächten zu erkennen und scheinen niemals edle Erze, sondern nur Schwerspath und wenig Brauneisenstein geliefert zu haben. Die wahrscheinliche Fortsetzung eines derselben tritt in dem Wellendolomit bei Glatten zu Tage, wenn dieser Gang nicht die etwas verschobene des von Grünthal über den „Silberberg" bei Aach in dem gleichen Gesteine fortstreichenden, reichlich 1 m mächtigen Ganges ist. Letzterer setzt, soviel ich sehen konnte, ebensowenig als der erste in die versteinerungsführenden Bänke des Dolomits herauf. An beiden Orten findet sich nur noch Schwerspath mit manganhaltigem Brauneisenstein bzw. sattelförmigen Pseudomorphosen desselben nach Eisenspath und nur Spuren von Malachit.

Der oberhalb des Dorfes Hallwangen bei Dornstetten

1) Binder, Württemb. Münz- u. Medaillenkunde 1846 S. 82, 144.

2) Das Ausbringen pr. Centner Erz betrug damals 26 Pfund Kupfer und 8 Loth Silber.

auftretende Gang, welcher in quarzreichem Schwerspath und Quarz eingesprengtes Fahlerz führt, ist schon an der Mündung des alten oberen, jetzt anderweitig benutzten Stollens der Grube „Himmlisches Heer“ noch gut erkennbar. Er setzt, in zwei Trümer getheilt, welche sich im Inneren des Stollens zu einem 1 m mächtigen Gangkörper vereinigen, in verkieseltem Buntsandstein auf. Hier hat, wie die bis zum Bache herabgehenden mächtigen Schachthalden beweisen, ein ziemlich bedeutender Bergbau stattgefunden, die Erze enthielten nach einer 1723 ausgeführten Probe im Centner 15 Pfund Kupfer und 10 Loth Silber. Auch diese Grube wurde wegen zu geringer Ergiebigkeit[1]) schon im vorigen Jahrhundert verlassen. Auf den Halden findet man noch einzelne Gangstückchen mit frischem und zersetztem Fahlerz, Mixit, Wad, Malachit, Brauneisenstein und Kupfermanganerz von ganz gleicher Beschaffenheit wie zu Christophsaue. Der Wellendolomit steht in ganz geringer Entfernung von dem Gange, aber nicht unmittelbar neben ihm an, in den gleichfalls ganz nahe liegenden Hauptmuschelkalk setzt die Spalte nicht herauf und auch in der nahe gelegenen grossartigen Verwerfungsspalte bei Schopfloch hat sich meines Wissens weder Schwerspath noch Erz gezeigt, sie ist offenbar weit jünger als unsere Gangspalten.

II. Die Gänge von Neu-Bulach unweit Calw.

Das vortrefflich ausgeführte Blatt Calw der geognostischen Specialkarte von Württemberg bringt die Lage derselben im Buntsandstein zwischen zwei ehemals zweifellos zusammenhängenden Schollen von Wellendolomit sehr klar zur Anschauung, während die Schilderung der Mineral-Vorkommen im Texte viel zu wünschen übrig lässt. Ich habe diese schon

1) „Weil es in der Teufe schlecht aussahe.“

oft besprochene Gegend im Sommer 1891 wieder von Teinach aus besucht, aber auf den Halden der alten Gruben nichts Neues gefunden. Soviel bis jetzt bekannt, streicht der Hauptgang h. $8^3/_4$ und spaltet sich in SO in zwei Trümer. Sein unmittelbares Nebengestein ist, wie aus dem grossartigen, reichlich 1 Stunde weit von Seitzenthal bei Neu-Bulach bis Liebelsberg reichenden Haldensturz hervorgeht, glimmerreicher oberer Buntsandstein, dessen plattenförmig abgesonderte Bänke ganz in der Nähe in einem kleinen Steinbruche unweit der Signalhöhe an der Strasse von Neu- nach Alt-Bulach aufgeschlossen sind und östlich, d. h. unter den jene Höhe bildenden Röth und Wellendolomit einfallen. Der Sandstein hat am Gange ganz dieselbe Verkieselung erfahren, wie der neben den Freudenstadter Gängen anstehende und leistet daher als Strassenmaterial ebenso gute Dienste wie jener.

Ueber die Mächtigkeit des Ganges liegen actenmässige Nachrichten nicht vor, doch muss sie bedeutend gewesen sein. Bemerkenswerth ist für die Art der Ausfüllung, dass im südöstlichen Theile Schwerspath, im nordwestlichen dagegegen Quarz vorgeherrscht hat. Die Erze sind dieselben, wie zu Freudenstadt, unter den Zersetzungsproducten aber sind Kupferlasur und Malachit dort recht selten, hier äusserst häufig. Die Paragenesis ergiebt sich aus folgenden Beispielen:

I. 1. Verkieselter Sandstein. 2. Fahlerz. 3. Quarz II ($\infty R \cdot + R$). 4. Hohle Pseudomorphosen von Arseniosiderit (R) nach Eisenspath. 5. Würfelerz ($\infty O \infty \cdot \frac{O}{2}$). 6. Kupferlasur in strahligen Gruppen. 7. Malachit in kleintraubigen Aggregaten.

II. 1. Derber Quarz mit vielen eingewachsenen z. T. schon zersetztem Fahlerz. 2. Quarz II ($\infty R \cdot + R$). 3. Kupferlasur in schönen Krystallen ($\infty P \infty \cdot \infty P \cdot 0 P \cdot {}^1/_3 P \infty$). 4. Mixit in kleinen strahligen Büscheln. 5. Schwerspath II. Farblose Gruppen ($\infty \breve{P} \infty \cdot \infty \breve{P} 2 \cdot \bar{P} \infty$).

III. 1. Verkieselter plattenförmiger Sandstein, reich an Glimmerblättchen. 2. Fahlerz. 3. Quarz II ($\infty R \cdot \pm R$). 4. Kupferlasur in strahligen Gruppen. 4. Schwerspath II, wie bei II.

IV. 1. Wie bei III. 2. Weisser blätteriger Schwerspath I, stellenweise zersetztes Fahlerz umhüllend. 3. Quarz II ($\infty R \cdot \pm R$). 4. Kupferlasur in kleinen Kugeln.

V. 1. Sandstein wie bei III und IV. 2. Fahlerz, nach oben zersetzt. 3. Kupferlasur, krystallisirt wie bei II., nach oben mit Erhaltung der Form in Malachit umgewandelt.

VI. 1. Wie bei III—V. 2. Quarz II. 3. Arseniosiderit in kleintraubigen Ueberzügen. 4. Malachit, feinstrahlig in kleinkugeligen Krusten.

VII. 1. Wie oben. 2. Quarz II. 3. Brauneisenstein. 4. Kupfermanganerz.

Der Bergbau ist uralt und wird schon 1322 in Urkunden erwähnt. Er wurde meist mit geringer Ausbeute bis in das dritte Jahrzehnt dieses Jahrhunderts betrieben. Auch bestand eine Zeitlang eine Silberhütte, welche im Teinach-Thale an dem Platze gelegen war, welchen jetzt die Gebäude des Badhotels einnehmen. Der Hüttenprocess war jedenfalls sehr mangelhaft, da für Erz-Proben aus dem Jahre 1596 nur 8 Pfund Kupfer, zugleich aber bis 4 Loth Silber im Centner angegeben werden, während die Analyse des reinen Fahlerzes in 100 Theilen 41,28 Kupfer und nur Spuren von Silber aufweist. Das liesse sich nur erklären, wenn einmal ausser Fahlerz local ächte Silbererze eingebrochen wären. Allerdings schwankt wohl auch sonst der Silbergehalt von Fahlerzen auf demselben Gange, aber so kupferarme, wie sie die Erzprobe anzunehmen veranlassen würde, sind wohl kaum bekannt.

Von den ehemaligen Grubengebäuden waren zwei Stollen die bedeutendsten. Der erste, Ziegelbach-Stollen genannt, war von Seitzenthal bis zum Himmelfahrtsschachte am

Städtchen von SO nach NW herangetrieben und 500 Lachter lang. Zusammengebrochene Reste desselben sind noch jetzt über Tag deutlich sichtbar. Der zweite, angeblich ebenfalls 500 Lachter lang, erstreckte sich von dem erwähnten Schachte aus unter dem Städtchen durch gegen Liebelsberg. Kleine Versuchsbaue bei Schmieh, Martinsmoos und Sommenhardt wurden bald aufgegeben. Im Jahre 1883 wurden die zuletzt noch einmal 1820 vom Staate betriebenen und dann ins Freie gefallenen Gruben von der badischen Anilin- und Soda-Fabrik in Ludwigshafen gemuthet, aber nicht in Betrieb gesetzt. Die mit dünnen Anflügen von Kupferlasur, Malachit und Kupfermanganerz bedeckten Gangstückchen, welche noch jetzt in Menge auf den Halden liegen, müssten zunächst aus sehr grossen Massen des metallleeren Nebengesteins ausgesucht werden, was sehr kostspielig sein würde. Ob sie auch bei sorgfältigster Verarbeitung mittelst des Cement-Verfahrens oder galvanischer Ausfällung einen Gewinn abwerfen würden, ist mir sehr zweifelhaft.

III. Die Mineralien der Gänge.

1. Fahlerz (Wismuth-Fahlerz)[1], zweifellos das technisch werthvollste und auch wissenschaftlich interessanteste Mineral der Gänge, kommt meist in Körnern bis zu Wallnuss-Grösse vor, muss aber nach Stücken in alten Sammlungen zu schliessen, zuweilen auch in kopfgrossen Nestern eingebrochen sein, welche meist an quarzige Gangart gebunden waren. Dasselbe erscheint, wenn krystallisirt, stets in der einfachen Form $\frac{O}{2} \cdot \infty O$, selten noch mit $\frac{2O2}{2}$ combinirt, besitzt starken, aber etwas zum Fettglanz geneigten Metall-

1) Sandberger, Jahrb. f. Mineral. 1864 S. 223. 1865 S. 584 ff. Th. Petersen, das. 1870 S. 464 f.

glanz, dunkel stahlgraue Farbe und graulichschwarzen Strich. Das specifische Gewicht betrug bei der Varietät von Freudenstadt 4,90, bei jener von Neu-Bulach 4,908. Ein höheres specifisches Gewicht zeigen nur noch hoch silber- und quecksilberhaltige Fahlerze. Das Löthrohrverhalten ist bei beiden nahezu das gleiche. Auf Kohle erhält man im Oxydations-Feuer Dämpfe von arseniger und antimoniger Säure, sowie einen strohgelben Beschlag von Wismuthoxyd, welcher sich mit Jodkalium feuerroth färbt. Setzt man Soda zu und arbeitet mit der Reductions-Flamme, so kann man durch Einschmelzen der magnetischen Schlacke, welche das silberhaltige Kupferkorn umgibt, in eine Boraxperle das Kobalt leicht nachweisen. Die qualitative Analyse auf nassem Wege führt ausserdem zur Entdeckung kleiner Mengen von Nickel, Zink und Blei.

Die quantitativen Analysen ergaben:

	Freudenstadt (Hilger.)	Neu-Bulach (R. Senfter.)
Schwefel	26,40	24,85
Arsen	6,98	13,53
Antimon	14,72	4,28
Wismuth	4,55	6,33
Silber	1,37	Spur
Kupfer	33,83	41,43
Eisen	6,40	3,74
Kobalt (nebst Spur Nickel)	4,21	Spur
Zink	0,00	3,82
Blei	0,00	1,52
	98,46	99,50

Bekanntlich gehören Analysen von Fahlerzen zu den schwierigsten, es darf daher nicht verwundern, dass beide Analysen, wie so viele andere, einen etwas geringeren Schwefelgehalt ergeben, als die ideale Formel der Fahlerze $4\,RS \cdot R^2 S^3$ verlangt. Höchst merkwürdig ist, dass die Erze von Freudenstadt und Neu-Bulach trotz aller sonstigen Uebereinstimmung doch auch wesentliche Verschiedenheiten in dem

Gehalte an Antimon und Arsen, Silber und Kobalt, Blei und Zink zeigen, doch ist das in noch höherem Maasse bei anderen Kobalt-Wismuth-Fahlerzen der Fall, z. B. bei jenen von Riechelsdorf in Hessen, Kaulsdorf unweit Saalfeld nach Hilger[1]) und Sommerkahl bei Aschaffenburg nach Petersen.[2]) Selten tritt auch Wismuth allein, d. h. ohne Begleitung von Kobalt in Fahlerzen auf, z. B. in jenem von der Grube Eduard bei Langhecke in Nassau, in welchem, wie in den meisten nassauischen Fahlerzen Antimon vorherrscht. Eine höchst merkwürdige Analogie mit diesen Fahlerzen zeigt in der Gruppe der Sulfosalze von der Formel $3RS \cdot R^2S^3$ der Annivit, von welchem Scharizer's Falkenhaynit nur eine antimonreiche Varietät bildet, wie ich vor Kurzem[3]) gezeigt habe.

Aus Erzen, welche eine so grosse Anzahl von Elementen enthalten, gehen begreiflicher Weise bei der Oxydation mannigfaltige Neubildungen hervor, namentlich schwefelsaure, arsensaure und kohlensaure Verbindungen, welche nicht selten in ausgezeichneter Weise krystallisirt auftreten. Schon früher habe ich diesen Zersetzungsprocess nach dem damals vorliegenden Materiale zu schildern versucht, komme aber hier nochmals auf ihn zurück, weil sich inzwischen noch mancherlei Neues gefunden hat, von dem ich nur gelegentlich Erwähnung thun konnte.

Der erste Angriff der Oxydation gibt sich durch blaue Anlauffarben zu erkennen, welche von der Bildung von Kupferindig (CuS) herrühren. Gleichzeitig treten Haarrisse in grosser Menge auf, aus welchen ein Theil des Eisens und Kupfers in Form schwefelsaurer Salze durch Wasser ausgezogen werden kann. Diese scheinen längere Zeit im Gang-

---

1) Jahrb. f. Min. 1865 S. 591 ff.

2) Das. 1881, I. S. 262.

3) Jahrb. f. Min. 1891 I. S. 378.

raume in Lösung zu bleiben und zuletzt durch kohlensauren Kalk in Kupferlasur und Malachit umgesetzt zu werden, welche zu den jüngsten Absätzen auf demselben gehören. Nur einmal traf ich eine förmliche Pseudomorphose von Kupferindig nach Fahlerz[1]), in welcher daher die Substanz auf der ersten Zersetzungsstufe stehen geblieben war. In der Regel folgt alsbald die Bildung schmutzig olivengrüner poröser Massen, aus arsensaurem, vielleicht auch theilweise antimonsaurem Kupferoxyd, arsensaurem Kupfer-Wismuthoxyd (Mixit), basisch schwefelsaurem und arsensaurem Eisenoxyd und Kobaltoxydul, sowie schwefelsaurem Antimonoxyd und basisch schwefelsaurem Wismuthoxyd bestehend. Wie bekannt zersetzt sich die Antimon-Verbindung leicht in Antimonoxyd und freie Säure und auch die des Wismuths erfährt, wenn auch weniger rasch, die gleiche Umwandlung. Die arsensauren Kupferverbindungen scheiden sich aus der zersetzten Masse nur selten in kleinen Mengen als Erinit und Olivenit aus, dagegen häufig mit Wismuth zusammen als Mixit, das Eisen als basisch arsensaures Oxyd in Form von Würfelerz. Je mehr von diesen Körpern aus dem Gemenge ausgetreten sind, desto mehr geht die Farbe des erdigen Restes in schmutzig gelbgrau und zuletzt in strohgelb über, womit eine ständige Anreicherung an Antimon und Wismuth verbunden ist, so dass das Gemenge schon bei grünlichgrauer Färbung neben beträchtlichen Mengen von Antimonocker und Stiblith[2]) einen Wismuth-Gehalt von 5,5 proc. zeigt, der Gehalt an Schwefelsäure ist aber auf 0,55 herabgesunken. Wiederholte Versuche, die einzelnen Bestandtheile des erdigen Gemenges durch Schlämmen zu trennen, blieben resultatlos, auch unter dem Mikroskope bildet

---

1) Jahrb. f. Min. 1866 S. 201.

2) Beide Körper müssen deshalb in dem Gemenge vorhanden sein, weil sich ein Theil der antimonhaltigen Substanz sofort und leicht in Salzsäure löst, der Rest aber erst nach längerem Kochen aufgenommen wird.

der Zersetzungs-Rest nur eine einfarbige Masse. Die verschiedenen Mineralien, welche direkt aus dem Fahlerze hervorgehen, werden später einzeln besprochen werden.

Ein übersichtliches Bild des Zersetzungs-Processes gewährt die folgende 1865 entworfene Tabelle. Das Vorkommen des Mixits ist erst in neuerer Zeit constatirt worden.

Zersetzungs-Producte	Dem Fahlerz entnommene Bestandtheile								Den Atmosphärilien entnommene Bestandtheile			% der Gesammtmenge der Zersetzungs-Producte
	S	*Cu*	*Fe*	*Ag*	*Co*	*As*	*Bi*	*Sb*	*O*	*HO*	*CO²*	
Kobaltblüthe	—	—	—	—	4,21	3,52	—	—	2,99	3,37	—	9,88
Würfelerz	—	—	1,73	—	—	1,73	—	—	1,66	1,01	—	4,32
Olivenit	—	2,92	—	—	—	1,73	—	—	1,66	0,21	—	4,57
Misy	3,11	—	4,67	—	—	—	—	—	3,55	2,00	—	9,34
Malachit	15,59	30,91	—	—	—	—	—	—	7,79	4,38	10,72	37,71
Antimons. Antimonoxyd	—	—	—	—	—	—	—	14,72	7,83	—	—	15,81
Schwefels. Wismuthox.	0,35	—	—	—	—	—	4,55	—	1,05	—	—	4,18
Gediegen Silber	—	—	—	1,37	—	—	—	—	—	—	—	0,96
Schwefelsäure[1]	7,16	—	—	—	—	—	—	—	11,74	—	—	13,24
Summa	26,21	33,83	6,40	1,37	4,21	6,98	4,55	14,72	—	—	—	100,00

1) Bei der Zersetzung der Antimon- und Wismuthsalze durch Wasser frei geworden.

2. Kupferwismuthglanz (Emplektit). Das Vorkommen dieses Minerals in dünnen stark gefurchten Säulchen auf dem östlichsten Gange bei Freudenstadt hatte ich bereits 1864 bemerkt, aber nicht genügendes Material für quantitative Analysen gewinnen können. Erst später erhielt ich von Herrn Hüttenverwalter Eisenlohr ein Stückchen Quarz mit derbem Erze aus dem Christophsstollen, welches dazu ausreichte. Herr Dr. Petersen[1]) fand darin

Schwefel	19,06
Wismuth	59,09
Kupfer	20,32
Eisen	0,40
Antimon und Arsen .	Spur
	98,87

Die Uebereinstimmung mit der Formel $Cu^2 S \cdot Bi^2 S^3$ ist nahezu vollständig. Das Erz verwittert und zeigt dann zunächst einen grünen aus Kupfer- und Wismuth-Verbindungen bestehenden Ueberzug. Auch in Neu-Bulach kommt dieses Erz vor, aber bisher nur in mit Erhaltung der Form bereits völlig umgewandelten Nadeln, welche ganz aus Malachit bestehen und mit Arseniosiderit überzogen sind. Die Menge dieses Erzes ist zu gering, um eine technische Verwerthung zu gestatten.

3. Kupferkies. Die Seltenheit dieses sonst häufigen Erzes auf den hier besprochenen Erzgängen ist für dieselben bezeichnend. Erbsengrosse Körner finden sich, stets von überwiegendem Fahlerz begleitet, nur an wenigen Freudenstadter und noch seltener an Neu-Bulacher Gangstücken.

4. Eisenspath. Das Mineral ist zwar recht häufig, mir aber in ganz frischem Zustande niemals zu Gesicht gekommen. Sattelförmige, in manganhaltigen Brauneisenstein umgewandelte Rhomboeder bis zu Haselnussgrösse finden sich häufig

1) Jahrb. f. Min. 1869 S. 847.

in den Schwerspath-Gängen von Wittlensweiler, Aach und Glatten, aber auch bei Freudenstadt und Neu-Bulach, oft füllt auch das Mineral, ganz zu braunem Pulver zerfallen, Hohlräume aus, welche noch deutlich rhomboedrische Umgrenzungen zeigen. Nicht gar zu stark zersetzte Parthien enthalten neben Eisen und Manganoxyden noch kohlensauren Kalk in nicht unbeträchtlicher Menge.

5. Schwerspath ist das häufigste Mineral auf den Gängen. Nicht selten ist dasselbe schon etwas angewittert und von matt weisser Farbe oder mit zahllosen Quarzkryställchen erfüllt und dann sehr hart. Indessen gelingt es doch, gelegentlich ganz reine frische Spaltungsstücke zu finden, wie z. B. 1891 auf der südöstlichen Halde von Neu-Bulach. Diese zeigen das specifische Gewicht 4,43 und enthalten ausser Baryt nur sehr wenig Strontian, aber etwas mehr Kalk, welcher die Ursache der Verwitterbarkeit sein mag.[1]) Der grossblätterige Schwerspath wird überall zum Bestreuen der Fusswege benutzt und diente früher bei rein weisser Färbung und geringem Quarzgehalte auch als Zusatz zum Bleiweiss in der Heilbronner Fabrik. Selten enthält der ältere Schwerspath Drusen, in welchen dann Krystalle $\infty \breve{P} \infty \cdot \infty \breve{P} 2 \cdot P \infty \cdot \breve{P} \infty$ aufgewachsen erscheinen. Absolut chemisch rein, d. h. frei von Kalk und Strontian ist die über den jüngsten Oxydations-Producten der Erze in farblosen Krystallen $\infty \breve{P} \infty \cdot \bar{P} \infty \cdot \breve{P} \infty \cdot \infty \breve{P} 2$ auftretende zweite Generation des Schwerspaths, wie das von mir bereits vor längerer Zeit auch auf anderen Lagerstätten nachgewiesen worden ist.[2])

6. Quarz. Ist eines der gemeinsten Mineralien und erscheint in zwei Generationen, von welchen die ältere meist derb und wie es scheint, hauptsächlich in grösseren Teufen uftritt. Die jüngere verdrängt den älteren Schwerspath und

1) Sandberger, Unters. über Erzgänge I S. 114.
2) Unters. über Erzgänge I S. 115. II S. 313, 396 f.

kommt zuweilen in deutlichen Pseudomorphosen nach aufgewachsenen Krystallen desselben vor. Sie dringt in alle Klüftchen des Schwerspaths ein und erscheint hier ebenso wie in den Drusen stets in Krystallen der Form $\infty R \cdot \pm R$, die von Senfkorngrösse bis zu mehreren Centimetern vorkommen. In der Regel ist dieser Quarz, der besonders reichlich und schön im nordwestlichen Theile des Neu-Bulacher Ganges auftritt, völlig farblos, nur selten einmal durch Brauneisenstein dunkel gefärbt.[1]) Juxtapositions-Zwillinge kommen nicht selten vor. Die Erze sind älter als der zweite Quarz. die secundären Substanzen aber jünger, da sie erst über ihm auftreten.

7. Chalcedon in milchblauen ebenen oder kleintraubigen Ueberzügen ist bisher nur in geringer Menge über Kupfermanganerz und Schwerspath I im Friedrichsthale beobachtet worden.

---

a. Zersetzungsproducte des Fahlerzes.

8. Erinit. Dieses äusserst seltene Mineral ist von mir erst im letzten Sommer in hoch-spangrünen kleintraubigen Ueberzügen mit schaliger Structur auf Quarz II aufsitzend und z. Th. von Olivenit bedeckt bei Freudenstadt aufgefunden worden. Es gleicht zunächst täuschend gleichgestalteten Aggregaten von Malachit, braust aber natürlich nicht mit Salzsäure und entwickelt auf Kohle reichlich Arsendampf. Mit Haidingers Beschreibung[2]) stimmt die Substanz vollkommen überein. Die von den genauesten Kennern[3]) brittischer Mineralien geäusserte Ansicht, dass der ursprüngliche Fundort nicht in

---

1) Also selbstverständlich kein Rauchtopas, dessen Färbung bekanntlich durch organische Substanz bedingt ist.

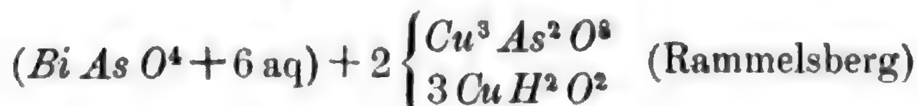
2) Annals of Philosophy 1828. IV. p. 154.

3) Greg and Lettsom Manual of the Mineralogy of Great Britain and Ireland p. 320.

Irland, sondern in Cornwall gelegen sei, ist auch mir durchaus wahrscheinlich. Der Name Erinit passt dann freilich eigentlich nicht mehr.

9. Olivenit. Ist ebenfalls sehr selten in dünnen, fast schwarzgrünen Ueberzügen, welche sich bei entsprechender Vergrösserung als ganz aus Krystallen der bekannten Combination $\infty P \cdot \breve{P}\infty \cdot \infty\bar{P}\infty$ bestehend erweisen. Man kann annehmen, dass er aus Erinit $5\,CuO \cdot As^2O^5 + 2\,H^2O$ mittelst Abspaltung von 1 Aeq. $CuO \cdot H^2O$ entstehe.

10. Mixit. Häufig zu Freudenstadt, Hallwangen und Neu-Bulach, aber nie in grösseren Massen, sondern immer nur in kleinen strahligen Parthien von lichtgrüner Farbe und schönem Seidenglanze. Die Formel



$$(Bi\,As\,O^4 + 6\,\text{aq}) + 2\begin{cases} Cu^3As^2O^8 \\ 3\,CuH^2O^2 \end{cases} \quad \text{(Rammelsberg)}$$

zeigt beträchtliche Mengen von basisch arsensaurem Kupferoxyd neben weniger arsensaurem Wismuthoxyd. Das zuerst bekannt gewordene Joachimsthaler-Vorkommen[1]) ist Oxydations-Product von Falkenhaynit, der ja sehr ähnlich wie das Fahlerz zusammengesetzt ist (s. oben), die später von mir[2]) erwähnten von Wittichen und Schneeberg verdanken dagegen vermuthlich kupferhaltigem, mit Wismuth gemengtem Speiskobalt ihren Ursprung und werden von Kobaltblüthe begleitet.

11. Würfelerz. Ist schon lange von den Gängen bekannt, aber nicht gerade häufig. Bei Freudenstadt ist es auf dem östlichsten Gange sowohl an der Christophsaue, als in Drusen des Brauneisensteins am Rödter Weg, hier olivengrün gefärbt, zu Neu-Bulach aber häufig in besonders schönen Gruppen honiggelber Krystalle $\infty O\infty \cdot \frac{O}{2}$ gefunden worden. Gegenwärtig ist es an letzterem Orte jedenfalls äusserst selten, ich

1) Schrauf, Zeitschr. f. Krystallogr. u. Min. IV S. 278 ff.
2) Unters. über Erzgänge II S. 411.

habe kein Stück mehr auf den Halden finden können. Es wird hier unmittelbar von Kupferlasur bedeckt. Das Würfelerz ist an vielen Orten als Zersetzungsproduct arsenhaltiger Fahlerze bekannt, besonders schön und reichlich aus Cornwall und von Langenborn bei Schöllkrippen im Spessart.

12. Kobaltblüthe. Ist früher in erdigen Parthien (sog. Kobaltbeschlag) auf dem östlichsten Gange der Christophsaue vorgekommen, in neuerer Zeit habe ich sie nicht mehr beobachtet. In ausgezeichneter Weise findet sie sich auf dem Fahlerz von Kaulsdorf bei Saalfeld, wie ich bereits früher bemerkt habe.[1])

13. Rotheisenocker. Erdiger hochgefärbter Rotheisenstein tritt zu Freudenstadt nicht selten im Gemenge mit den letzten Zersetzungsproducten des Fahlerzes, d. h. Wismuthoxyd und antimoniger Säure, seltener in selbständigen Nestern und in der Regel neben reichlichen Ausscheidungen von Mixit auf. Würfelerz fehlt dann völlig. Ich vermuthe, dass an solchen Stellen die Arsensäure vollständig zur Bildung des Kupfer-Wismuth-Arseniats verbraucht worden ist und daher keine mehr zur Bildung von Eisen-Arseniat verfügbar war. Auch an anderen Orten kommen diese Ausscheidungen von Eisenoxyd aus zersetzten Fahlerzen öfter vor; die rothen, so leicht auf chemischem Wege bestimmbaren Massen sind, weil auch in Salpetersäure unlöslich, zuweilen für Zinnober gehalten worden.

14. Kupferlasur. Gehört zu den Zierden des Neu-Bulacher Ganges und ist noch jetzt, wenngleich nicht in guten Stücken auf den Halden häufig, bei Freudenstadt aber niemals vorgekommen. Die Kupferlasur tritt bei Neu-Bulach zuweilen in strahlig-blätterigen Kugeln von Wallnussgrösse, meist aber in dicken krystallinischen Ueberzügen auf, aus

1) Jahrb. f. Min. 1865 S. 591.

welchen öfter schön ausgebildete Krystalle $\infty P \infty \cdot \infty P \cdot 0 P \cdot \frac{1}{3} P \infty$ herausragen.

15. Malachit. Ist bei Freudenstadt und Hallwangen, meist über einer sehr dünnen Lage von Wad zwar nicht selten, aber niemals schön ausgebildet. Bei Neu-Bulach kommen grössere strahlige Aggregate über Kupferlasur vor. Grössere Krystall-Gruppen der letzteren sind sogar mitunter bis zu beträchtlicher Tiefe oder gänzlich in derselben Weise in strahligen Malachit umgewandelt, wie das von Chessy und einigen Orten im Ural schon so lange bekannt und von Blum[1]) und G. Rose sorgfältig beschrieben worden ist. Kupferlasur über Malachit, welche ja anderswo, wenngleich selten, auch gefunden wird, ist mir von Neu-Bulach nicht zu Gesicht gekommen.

Kupferlasur und Malachit sind sicher durch Zersetzung des zuerst aus dem Fahlerze ausgetretenen und als sehr leicht löslich längere Zeit im Gangraume circulirenden Kupfervitriols durch den kohlensauren Kalk des reichlich vorhandenen Eisenspaths gebildet worden, welcher nur in seltenen, später zu erwähnenden Fällen auch für andere ältere secundäre Producte beansprucht worden ist. Dass der bei der Umsetzung des schwefelsauren Kupferoxyds in kohlensaures durch kohlensauren Kalk entstandene Gyps auch hier in Folge seiner wenngleich nicht sehr leichten Löslichkeit nicht mehr gefunden wird, möchte im europäischen Klima kaum auffallen, im tropischen fehlt er selten.

b. Zersetzungsproducte des Eisenspaths.

16. Brauneisenstein gehört in der oberen Region der Freudenstadter Gänge zu den gewöhnlichsten Mineralien und ist eine Zeitlang, wo er in grösseren Massen vorkam, sogar abgebaut worden, wie bereits früher erwähnt wurde. Gegen-

1) Pseudomorphosen S. 215 f.

wärtig trifft man ihn noch theils in dicken Ueberzügen mit faseriger Structur und glatter glänzender Oberfläche (Glaskopf) oder in dünnen erdigen von licht brauner Farbe, nicht selten auch in rhomboedrischen Pseudomorphosen. In manchen derben Massen ist ebenso wie in den Pseudomorphosen noch Manganhyperoxyd beigemengt, falls es nicht theilweise schon früher, also unter demselben als Wad ausgeschieden worden ist, die Hauptmasse des Mangans tritt aber erst in dem den Brauneisenstein überdeckenden Kupfermanganerz concentrirt auf.

17. Hydrohämatit.[1]) Ist genau in ebensolchen Ueberzügen und Trümern wie der Brauneisenstein nicht selten, aber von diesem durch dunkel kirschrothen Strich und weit geringeren Wassergehalt leicht zu unterscheiden. Bekanntlich verliert merkwürdiger Weise Eisenoxydhydrat, welches längere Zeit unter Wasser verweilt, das vorher in chemischer Verbindung aufgenommene Wasser und wird wasserfrei. Dieser Process, in welchem der Hydrohämatit ein mittleres Stadium repräsentirt, muss in der Natur oft in sehr grossem Massstabe vor sich gegangen sein, wie z. B. auf den Gängen von Irrgang bei Platten in Böhmen, Ilefeld am Harze u. a. O., denn jeder sog. rothe Glaskopf ist ja nur Pseudomorphose nach braunem.

18. Wad. Dünne schwärzliche Ueberzüge auf Sandstein zeigen bräunlichen Strich und entwickeln mit Salzsäure viel Chlorgas. Die Lösung enthält kein Kupfer. Das Mineral kommt zu Freudenstadt, Hallwangen und Neu-Bulach, aber nirgends in grösserer Menge vor und erscheint ebenso wie auf den Klüftchen des Wellendolomits häufig von Malachit oder Kupferlasur bedeckt.

---

1) Breithaupt, Vollständ. Handbuch d. Mineralogie 1847 S. 846.

c. Producte gemeinsamer Zersetzung von Eisenspath und Fahlerz.

19. Arseniosiderit. Findet sich nur in dünnen Ueberzügen auf Quarz und in reizenden hohlen Pseudomorphosen nach Eisenspath-Rhomboedern. Dieselben zeigen bei chocoladebrauner Färbung meist eine glatte, seltener warzige Oberfläche und bestehen nur aus kleinblätterigem Arseniosiderit, wie ich bereits früher[1]) angegeben habe. Den Kalk und das Eisenoxyd zu dieser Verbindung ($3\,CaO \cdot As^2O^5 + Fe^2O^3 \cdot As^2O^5) + 6$ aq. liefert der Eisenspath, die Arsensäure das Fahlerz. Bisher ist der Arseniosiderit nur zu Neu-Bulach gefunden worden, ist aber hier nicht häufig.

20. Kupfermanganerz.[2]) Dieses tiefschwarze Erz, welches in kleintraubigen Ueberzügen und manchfaltig gestalteten Dendriten auf den Freudenstadter Gängen sehr häufig, zu Bulach aber weit seltener vorkommt, ist stets, so auch z. B. von v. Quenstedt[3]) mit Psilomelan verwechselt worden, dem es äusserlich sehr ähnlich sieht. Allein sowohl die Härte, welche nur 3,5 beträgt, als der braune Strich lassen es leicht unterscheiden. Mit Salzsäure entwickelt das Erz reichlich Chlor, die grüne Lösung färbt sich dann mit Ammoniak sofort intensiv blau, während etwas Eisenoxyd herausfällt. Schwefelsäure fällt aus dem Freudenstadter Erze schwefelsauren Baryt und schwefelsauren Kalk, welcher sich in der Salzsäure leicht wieder auflöst. Das Neu-Bulacher Erz enthält nur Kalk, wie jenes von der Grube Sagra Familia in Costarica. Die übrigen Bestandtheile ausser dem sehr reichlichen Manganhyperoxyd sind noch Kali nebst wenig Lithion und fast 17 proc. Wasser. Kobalt ist in der Freudenstadter

---

1) Jahrb. f. Min. 1886. I. S. 251.

2) R. Böttger und Rammelsberg, Poggendorffs Annalen LIV. S. 545.

3) Geologische Ausflüge S. 134.

Varietät stets enthalten, fehlt aber in jener von Neu-Bulach, was sich aus den oben mitgetheilten Analysen der Fahlerze von beiden Fundorten leicht erklärt. Schon bei anderen Gelegenheiten[1]) habe ich darauf hingewiesen, dass dieser Körper aus der Zersetzung von Malachit durch Manganlösungen hervorgeht. Auch an Stücken von Freudenstadt und Neu-Bulach ist das sehr deutlich nachweisbar. Noch jünger sind auf den Gängen nur die wasserhelle zweite Schwerspath-Generation und der ebenso spärlich vorkommende Chalcedon.

Soviel über die Mineralien der Erzgänge.

Bildungsweise der Erzgänge.

Wie schon früher entwickelt wurde, sind alle Erz- und Schwerspath-Gänge der hier besprochenen Gegend Ausfüllungen von Verwerfungs-Spalten, welche von dem unteren Wellendolomit bis in den untersten Buntsandstein hinabreichen, ob auch noch in das Grundgebirge ist noch nicht entschieden, da man meines Wissens nicht unter den tiefen Christophsstollen hinabgegangen ist, wäre aber möglich. Es fragt sich nun, woher rührt das Material der Gänge und da stellt sich zunächst heraus, dass es nur aus dem Wellendolomit und zwar aus den untersten Bänken desselben entnommen sein kann. Die Buntsandstein-Schichten enthalten die Elemente der Gangmineralien nicht, wie zahlreiche Versuche mit aller Bestimmtheit nachgewiesen haben. Es handelt sich also, wie ich schon früher[2]) gezeigt habe, um Ausfüllung der Gangspalten von oben, um „Descensions-Gänge". Früher wurde bereits nachgewiesen, dass der Wellendolomit nicht nur die Elemente eines kalk- und manganhaltigen Eisenspathes, sondern auch fertiggebildetes, aber sehr feinvertheiltes Fahl-

1) Unters. über Erzgänge I S. 123. Diese Sitzungsber. 1891. S. 203.

2) Unters. über Erzgänge II. S. 244.

erz und Schwerspath enthält. Man kann sogar aus dem durch die hüttenmännische Probe nachgewiesenen Silbergehalte desselben berechnen, wie viel Fahlerz in der untersten Bank von Aach enthalten ist, wenn man annimmt, dass dasselbe, was ja überaus wahrscheinlich ist, einen ebenso hohen Silbergehalt, 1,37%, besitze, wie jenes der Freudenstadter Gänge. Es würden hiernach 91 Kilogramm Gestein 1 Gramm Fahlerz enthalten. Man sieht aus diesen Zahlen, wie grosse Massen von Wellendolomit ausgelaugt werden mussten, um das Haupterz der Gänge in einiger Menge zu liefern. Wie sich das Fahlerz ursprünglich gebildet hat, ist natürlich einstweilen nicht zu sagen, da es zwar experimentell dargestellt worden ist, aber nicht unter Umständen, welche seinem Vorkommen in der Natur entsprechen.[1]) Doch darf man vermuthen, dass die Schwermetalle, welche es zusammensetzen, aus dem Schutte der Glimmer des Urgebirges als Chloride ausgelaugt worden sind und sich in dem Trias-Meere mit schwefelsauren Alkalien bezw. alkalischen Erden in schwefelsaure Salze umgesetzt haben. Diese sind schliesslich durch die reichlich vorhandene organische Substanz reducirt und in Form von Fahlerz ausgefällt worden.

Dass der in den Feldspathen des Urgebirgs-Schuttes enthaltene Baryt durch die schwefelsauren Salze des Meerwassers in schwefelsauren Baryt umgewandelt wurde, welcher das Fahlerz begleitet, ist leicht begreiflich.

Unzweifelhaft ist die Bildung der Gangspalten erst nach der Ablagerung des untersten Wellendolomits erfolgt und beide Körper fanden nun auf diesen Raum, um sich in grösserer Menge zu concentriren und abzulagern. Selbstverständlich herrscht auf den Gängen der viel reichlicher als die Schwermetalle im Ursprungsgestein vorhandene Baryt vor. Das Fahl-

1) Wenigstens ist dies bei den gelungenen Versuchen von Durocher Compt. rend. Tome XXXII. p. 823 sicher nicht der Fall.

erz ist vermuthlich durch verdünnte Lösungen von Schwefelcalcium oder Schwefelnatrium ausgelaugt und in gleicher Form wieder abgesetzt worden. Was den Schwerspath betrifft, so ist seine Löslichkeit in verschiedenen Flüssigkeiten, z. B. salpetersaurem Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur längst bekannt. In neuester Zeit hat Lattermann[1]) nachgewiesen, dass er auch in Soolwassern gelöst auftritt und aus diesen erst bei starker Verdünnung und zwar nicht vollständig ausfällt.[2]) Dass der Wellendolomit nach seinem Absatze aus dem Meere noch längere Zeit Salzlösungen in sich zurückgehalten habe, wie sie in der Lautenthaler Soole vorliegen, darf wohl um so weniger als gewagte Annahme bezeichnet werden, als derselbe noch jetzt an destillirtes Wasser sowohl durch Wasser auslaugbare Chlorverbindungen als schwefelsaure Salze in nicht ganz unbedeutender Menge abgibt und bei Sulz am Neckar sogar Soole aus ihm austritt.[3]) Kohlensaures Eisen- und Manganoxydul ist zwar nicht in der Lautenthaler, wohl aber in einer Soole aus einem Bohrloche im Zwickauer Kohlenbecken[4]) neben kohlensaurem Kalke, Chlorbaryum und Chlorstrontium nachgewiesen worden, das Auftreten von manganhaltigem Eisenspath neben Schwerspath auf den Gängen hat also nichts Befremdendes. Auch in den Kissinger u. a. Sool-Quellen ist Baryt neben Carbonaten in sehr geringer Menge enthalten.

Soweit die Gänge im Wellendolomit auftreten, erscheinen

---

1) Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1888. S. 271 ff.

2) Ders. das. S. 278. Proben der prächtigen Röhrenstalaktiten von Schwerspath, welche sich aus dieser Soole in der Grube zu Lautenthal in gleicher Art wie sonst Kalksinter noch absetzen, habe ich durch die Güte des Herrn Bergraths Banizza erhalten und selbst untersuchen können.

3) v. Alberti, Ueberblick über die Trias S. 6. Eine Analyse dieser Soole habe ich leider nicht finden können.

4) Karsten, Journ. f. prakt. Chemie Bd. XXXV. S. 257.

sie frei von Quarz und lassen auch keine Veränderung an dem Nebengestein wahrnehmen, vor allem keine Verkieselung. Diese zeigt sich aber sofort überall, wo sie in den Buntsandstein hereinsetzen. Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, dass das Eindringen von Quarz und die allmählige Verdrängung des Schwerspaths auf den Gängen durch ihn, welche in jedem Stadium zu beobachten ist, in eine spätere Periode fällt, als die Ausfüllung derselben mit Schwerspath, Fahlerz und Eisenspath, was ja auch die oben angeführten paragenetischen Beispiele klar genug darthun. Gleichzeitig ist auch Quarzsubstanz in das Nebengestein eingedrungen und hat dieses vollkommen verkieselt. Wer sich erinnert, dass die Quellen des Buntsandsteins noch heut zu Tage einen relativ hohen Gehalt an Kieselsäure besitzen[1]), so z. B. die Stadtquelle zu Lohr am Main, welche 29,21, jene von Brückenau, welche 14 in 100 Theilen Abdampf-Rückstand[2]) enthalten, die Teinacher Dächleinsquelle nach Fehling aber noch weit mehr, der wird leicht begreifen, dass Lösungen von Kieselsäure in und neben den Freudenstadter und Bulacher Gangspalten während ungemessener Zeiträume in die Tiefe sinken und einen guten Theil ihrer festen Bestandtheile, vor Allem ihre Kieselsäure, in denselben absetzen mussten. Das ist die einfache und wie ich glaube durchaus naturgemässe Erklärung für diese Thatsache. Dass gewisse, namentlich die nordwestlichen Parthien der Neu-Bulacher und Freudenstadter Gänge, die Verdrängung des Schwerspaths durch Quarz stärker entwickelt wahrnehmen lassen, als die südöstlichen, glaube ich so erklären zu müssen, dass die Wellendolomitbedeckung bei ersteren früher als bei letzteren durch Erosion entfernt worden ist. Das Nebengestein

1) Ganz so wie die anderer Quarzsandsteine, z. B. die unterdevonischen des Taunus, gewisse Lettenkohlen- und Keupersandsteine, untere Liassandsteine u. s. w.

2) Pecher, Beiträge zur Kenntniss der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens. Inaug.-Dissert. Würzburg 1887. S. 26 ff.

hat Nichts an die Gänge abgegeben, wiederholte Untersuchungen haben in demselben kein Kupfer, sondern nur minimale Quantitäten von Arsen und Kalk nachgewiesen. Selbstverständlich wurde nur solches untersucht, in welches keine von den Gängen auslaufenden Trümer hereinsetzen. Mit der massenhaften Infiltration von Kieselsäure erscheint die Ausfüllung der Gänge beendigt.

Natürlich waren diese nach der allgemeinen Erosion des Buntsandsteingebietes schliesslich der Einwirkung lufthaltiger Wasser preisgegeben. Alsdann begann der Process der Zersetzung des Fahlerzes sowie des Eisenspaths, welcher im Inneren des Gebirges wohl bis auf den heutigen Tag noch fortdauert und aller Wahrscheinlichkeit nach sehr langsam verläuft. Die obere Teufe der Gänge, welche nur Zersetzungsproducte, namentlich oft prächtig gefärbte Kupfersalze aufweist, ist natürlich ganz anders beschaffen, als die tieferen Regionen, in welchen noch frische Schwefelmetalle und kohlensaure Salze erhalten geblieben sind. Sehr interessant ist das Auftreten des jüngeren Schwerspaths über den Oxydations-Producten in der oberen Teufe, ich möchte in ihm eine Bestätigung der Beobachtung von Lattermann erblicken, nach welcher sich schwefelsaurer Baryt in verdünnten Flüssigkeiten lange gelöst erhält, was ja auch durch Versuche im Laboratorium vollkommen bestätigt wird.

Soviel über meine Untersuchungen an den merkwürdigen Descensions-Gängen des württembergischen Schwarzwaldes, welche meine früher[1]) ausgesprochene Ansicht von der Natur derselben bis in die kleinsten Einzelheiten bestätigen.

---

1) Unters. über Erzgänge II. S. 244 f.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis December 1891.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die philos.-philol. u. histor. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1891 Heft V verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaïde:

Transactions, Vol. XIV. part 1. 1891. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verhandlingen. Natuurkunde. Bd. 28. 1890. 4⁰.

Peabody Institute in Baltimore:

24th annual Report June 4. 1891. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Journal of Mathematics. Vol. XIII. 3. 4. 1891. 4⁰.
American Chemical Journal. Vol. XIII. 2–6. 1891. 8⁰.

K. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 50. 1891. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Berlin:

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke. Bd. VII. 1891. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 24. Jahrg. Nr. 12—18. 1891. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 43. Heft 1. 2. 1891. 8⁰.

Physiologische Gesellschaft in Berlin:

Centralblatt für Physiologie. 1891. Bd. 5 Nr. 6—17. 8⁰.
Verhandlungen. 1891. Nr. 15. 16.

K. Geodätisches Institut in Berlin:

Jahresbericht für 1890/91. 8⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik in Berlin:

Jahrbuch. Bd. XX. Heft 3. 1891. 8⁰.

K. Sternwarte in Berlin:

Beobachtungs-Ergebnisse. Heft 5. 1891. 4⁰.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Verzeichniss der Mitglieder. 1891. 8⁰.
Gartenflora. 40. Jahrgang. 1891. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift in Berlin:

Wochenschrift. 1891. Nr. 27—31. 33—52. — 1892 Nr. 1. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 11. Jahrg. Heft 7—12. 1891. gr. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen aus dem Jahre 1890. Nr. 1244—1264. 1891. 8⁰.

Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Neue Denkschriften. Bd. XXX, 2. Bd. XXXI. Basel. 1890. 4⁰.
Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft zu Davos 1890, nebst französ. Uebersetzung. Davos 1891. 8⁰.

R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna:

Exposé des raisons appuyant la transaction proposée par l'Academie des sciences de Bologne au sujet du méridien initial. Rome 1890. 8⁰.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 48. Jahrg. 1. Hälfte. 1891. 8⁰.

Société de Géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin 1891. Nr. 13—22. 8⁰.

Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 3ᵉ Sér. tome 5. cahier 2. et Appendice au tome V. 1890. 8⁰.

Boston Society of natural history in Boston:

Proceedings. Vol. XXV part I. 1891. 8⁰.

Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig:

6. Jahresbericht für die Jahre 1887/88 u. 1888/89. 1891. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Mémoires couronnés. Collection in 8⁰. Tom. X. Fasc. 4. 1891. 8⁰.
Bulletin. IV. Sér. tom. V. Nr. 6—10. 1891. 8⁰.

K. ungarische geologische Anstalt in Budapest:

Èvkönyve. Bd. IX, 6. 1891. gr. 8⁰.
Földtani Közlöny. Bd. XX, 5—7. 1890. Bd. XXI, 4—9. 1891. 8⁰.

Museo nacional in Buenos Aires:

Anales. Entrega 17. (= tom. III. entr. 5). 1891. Fol.

Oficina meteorológica Argentina in Buenos Aires:

Anales. Tom. VIII. 1890. 4⁰.

Revista Argentina de historia natural in Buenos Aires:

Revista. Vol. I. Nr. 4. 5. 1891. 8⁰.

Institut météorologique de Roumanie in Bukarest:

Analele. Tom. IV. 1888. 1891. 4⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadix:

Anales. Seccion II. año 1890. 1891. Fol.

Société Linnéenne de Normandie in Caen:

Bulletin. Année 1890. 4 Ser. Vol. 5. Fasc. 2. 3. 4. 1891. 8⁰.
Bulletin météorologique, Mai—Decembre. 1890. 8⁰.

Government of India in Calcutta:

Scientific Results of the second Yarkand Mission. Aves, by R. Bowdler Sharpe, with Instroductory Note and Map 1878—1891. London 1891. Fol.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Indian Meteorological Memoirs. Vol IV, part 7. 1891. Fol.
Report on the Administration in 1890/91. 1891. Fol.
Monthly Weather Review. 1891 Jan.—April. Fol.
Registers of original Observations. 1891 Jan.—April. Fol.
Cyclone Memoirs. Vol. IV. 1891. gr. 8⁰.

Agricultural Department of the Government of India in Calcutta:

Memorandum on the snowfall in the mountain districts. 1891. Fol.

Indian Museum in Calcutta:

Catalogue of Mammalia in the Indian Museum by W. L. Sclater. Part II 1891. 8⁰.

Geological Survey Office in Calcutta:

Records of the geological Survey of India. Vol. XXIV. Nr. 1—3 und Register zu I—XX. 1891. 4⁰.
Memoirs. Vol. XXIV. Nr. 3. 1890. 4⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. VII, part IV. V. 1891. 8⁰.

Museum of comparative Zoölogy at Harward College in Cambridge U. S.:

Bulletin. Vol. XXI. Nr. 2—5. Bulletin Vol. XVI. Nr. 10. 1891. 8⁰.

Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:

Bulletino mensile. 1891 Fasc. 20—22. 8⁰.

K. Sächsisches meteorologisches Institut in Chemnitz:

Deutsches meteorologisches Jahrbuch. VII. Jahrg. 1889. II. Hälfte. VIII. Jahrg. 1890. I. u. II. Hälfte. 1891. 4⁰.

Universität in Christiania:

Ethnografisk Kart over Tromsö Amt. 6. Bl. 1890.

K. Universität in Christiania:

Archiv for Mathematik. Bd. XIV. 3. 4. 1890. 8⁰.
Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. 32. 1. 2. 1890. 8⁰.
Schubeler, Tillaeg til Viridarium I. 1891. 8⁰.

K. Universitäts-Sternwarte in Christiania:

Magnetische Beobachtungen 1882—1883 von H. Geelmuyden. 1891. 4⁰.
Supplement zu den Zonenbeobachtungen in Christiania v. H. Geelmuyden. 1891. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. N. F. 34. Jahrg. 1889/90. 1891. 8^0.

The Journal of comparative Neurology in Cincinnati:

Journal. Vol. I. pag. 107—286. 1891. 8^0.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1891 Nr. 47—100. Fol.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Schriften. N. F. Bd. VII. Heft 4. 1891. 8^0.

École polytechnique in Delft:

Annales. Tom. VI. Livr. 3. 4. Tom. VII. Livr. 1. Leiden 1891. 4^0.

Naturforschende Gesellschaft in Dorpat:

Meteorologische Beobachtungen in d. Jahren 1884 u. 1885 v. Karl Weihrauch. 1891. 8^0.
Sitzungsberichte. Bd. IX, 2. 1891. 8^0.
Schriften. Nr. VI. 1890. 4^0.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Tom. XI. Juillet—Déc. 1890. 8^0.

Royal Dublin Society in Dublin:

The scientific Proceedings. Vol. 6. part 10. Vol. 7. part 1. 2. 1890/91. 8^0.
The scientific Transactions. Vol. IV. part 6—8. 1890/91. 4^0.

Royal Observatory in Edinburg:

Catalogue of the Crawford Library. 1890. 4^0.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. IV. Ser. Vol. XIV. disp. 2. 3. 1891. 8^0.

Monitore Zoologico Italiano in Florenz:

Monitore. 2^0 anno 1891. Nr. 2. 4—10. 8^0.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Abhandlungen. Bd. XVI. Heft 3. 4. 1891. 4^0.
Bericht. 1891. 8^0.

Physikalischer Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für 1889—90. 1891. 8^0.

Naturwissenschaftlicher Verein in Frankfurt a. O.:

Helios. Monatliche Mittheilungen. 8. Jahrg. 1890 Nr. 8--12. 9. Jahrg. 1891 Nr. 1—6. 8⁰.
Societatum Litterae 4. Jahrg. 1890. Nr. 9—12. 5. Jahrg. 1891. Nr. 1—8. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Freiburg i. B.:

Berichte. Bd. V. Heft 1. 2. 1890—91. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXXI. part. 1. 1890-91. 4⁰.

Sternwarte in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1890. 1891. 8⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark in Graz.

Mittheilungen. XXVII. Vereinsjahr 1890. 1891. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1890. Heft 27. 1891. 8⁰.

Niederl. Regierung im Haag:

Nederlandsch Kruidkundig Archief. II. Ser. Vol. V. Stuk 4. Nijmegen 1891. 8⁰.

Nova Scotian Institute of Science in Halifax:

Proceedings and Transactions. Vol. VII. part. IV. 1890. 8⁰.

Kaiserlich Leopoldino-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXVII. Nr. 9—22. 1891. 4⁰.
Nova Acta. Tom. 54. 1890. 4⁰.
C. F. Zincken, Das Vorkommen der natürlichen Kohlenwasserstoff- und der andern Erdgase. 1890. 4⁰.
Geschichte der kais. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher von Willi Ule. 1889. 4⁰.

Naturw. Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 63. Heft 6. Bd. 64, Heft 1—3. 1890/91. 8⁰.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen. Bd. VII. 1891. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg:

Abhandlungen. Bd. XI. 2. 3. 1891. 4⁰.

Musée Teyler in Harlem:

Archives. Sér. II. Vol. III. Fasc. 6. 1891. 4⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Vol. XXV. livr. 2. 3. 4. 1891. 8⁰.

Commission géologique de la Finlande in Helsingfors:

No. 16 et 17 de la Carte géologique de la Finlande accompagnés de renseignements. 1891.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk. Heft 49. 50. 1890—91. 8⁰.

Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft 16. 1888—91. 8⁰.
Acta. Vol. VII. 1890. 8⁰.

Verein für siebenbürgische Landeskunde in Hermannstadt:

Archiv. N. F. Bd. XXIII. Heft 3. 1891. 8⁰.

Karpathen-Verein in Igló:

Jahrbuch. 18. Jahrg. 1891. 8⁰.

Naturwissenschaftlich-medizinischer Verein in Innsbruck:

Berichte. 19. Jahrg. 1889/90 u. 1890/91. 1891. 8⁰.

Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft in Jena:

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 22. Heft 3. 4. Bd. 26. Heft 1. 2. 1891. 8⁰.

Central-Bureau für Meteorologie in Karlsruhe:

Jahresbericht für 1890. 1891. 4⁰.

Verein für Naturkunde in Kassel:

36. u. 37. Bericht über die Vereinsjahre 1889 und 1890. 1891. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1890 Nr. 1—12. Berlin 1891. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Kiel:

Schriften. Bd. IX, 1. 1891. 8⁰.

Aerztlicher naturwissenschaftlicher Verein Klausenburg:

5 Hefte der Zeitschrift Értesitö. 1891. 8⁰.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. 31. Jahrg. Jubiläumsband 1890. 1891. 4⁰.

Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. 6. Raekke. Naturvid. Afd. Bd. VI. Nr. 2. 1890—91. 4⁰.

Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. Vol. 27. Nr. 104. 1891. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. Teil X. Heft 3. 4. 1891. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 26. Jahrg. Heft 2. 3. 1891. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte. Mathem.-phys. Classe. 1891, II. 8⁰.
Abhandlungen. Mathem.-phys. Classe. Bd. XVII, 5. 6. XVIII, 1. 1891. 4⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 44. Heft 13—24. 1891. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Leipzig:

Wissenschaftliche Veröffentlichungen. Bd. I. 1891. 8⁰.

K. K. Bergakademie Leoben:

Programm f. d. Studienjahr 1891/92. 1891. 8⁰.

University of Nebraska in Lincoln:

Bulletin of the agricultural experiment station of Nebraska. Nr. 17. 1891. 8⁰.

Museum Francisco-Carolineum in Linz:

Beiträge zur Rosenflora v. J. B. Wiesbaur und Michael Haselberger. 1891. 8⁰.
Materialien zur landenkundlichen Bibliographie Oberösterreichs von Hans Commenda. 1891. 8⁰.

Zeitschrift „La Cellule" in Loewen:

La Cellule. Tom. VII. Fasc. 1. 1891. 4°.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature. Vol. 44. Nr. 1127—48. Vol. 45. Nr. 1149—1155. 1891. gr. 8°.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 49. Nr. 300—302. 1891. 8°.
Philosophical Transactions. Vol. 181. part. I. II. 1891. 4°.
List of Members 1890. 4°.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 51. Nr. 8. 9. Vol. 52. Nr. 1. 1891. 8°.

Chemical Society in London:

Proceedings. Session 1891—92. Nr. 96—103. 8°.
Journal. Nr. 344—349. July—December 1891. 8°.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 47, part 1—4. 1891. 8°.

Linnean Society in London:

The Journal. a. Zoology. Nr. 124. 125. 145—147.
b. Botany Nr. 175. 183—193. 1890/91. 8°.
The Transactions. a. Zoology. Vol. 5. part 5—7.
b. Botany. Vol. 3. part 2. 3. 1891. 4°.
List of the Members. 1890—1891. 8°.

R. Microscopical Society in London:

Journal. 1891. Part 4—6. 8°.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1891. Part II. III. 8°.
Transactions. Vol. XIII. part 3. 1891. 4°.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XVIII. Livr. 1. 1891. 8°.

The Governor in Council in Madras:

Results of Observations of the fixed stars made at the Observatory Madras in the years 1868—1870, by N. R. Pogson. 1890. 4°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht u. Abhandlungen 1890. 1891. 8°.

Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere in Mailand:

Atti della fondazione scientifica Cagnola. Vol. 10. 1891. 8°.

Observatorio meteorológico-magnético central in Mexico:

Boletin mensual. Tom. III. Nr. 1. 2. 1891. 4°.

Sociedad Mexicana de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. II. Sér. Tom. 1. Nr. 10. 1891. Fol.

Sociedat cientifica Antonio Alzate in Mexico:

Memorias y revista tom. IV. Nr. 9. 10. 1891. 8°.

Società dei naturalisti in Modena:

Atti. Serie III. Vol. X. Fasc. 1. 1891. 8°.

Royal Society of Canada in Montreal:

Proceedings and Transactions. Vol. VIII. 1890. 1891. 4.

Geological Survey of Canada in Montreal:

Contributions to Canadian Palaeontolgy. Vol. I, part III. Nr. 5. 1891. 8°.

Société impériale des naturalistes in Moskau:

Bulletin. 1891. Nr. 1. 8°.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 1891. Nr. 2—9. München. 4°.

Technische Hochschule in München:

Personalstand. Som.-Sem. 1891.
Programm f. d. J. 1881—92. 8°.
Bericht f. d. Studienjahr 1890—91. 4°.

K. bayer. Staatsministerium des Innern in München:

Geognost. Jahreshefte. 3. Jahrg. 1890. Cassel. gr. 8°.
Geognost. Karte des Königr. Bayern. Blatt Ansbach mit Erläuterungen. Cassel 1891. Fol.

Société des sciences in Nancy:

Bulletin. Sér. II. Tom. X. Fasc. 24. Paris 1891. 8°.
Bulletin. 1891. Nr. 4—7. Nancy 1891. 8°.

Reale Accademia delle scienze fisiche e matematiche in Neapel:

Atti. Serie II. Vol. 4. 1891. 4°.

Museo di Geologia della R. Università in Neapel:

Cinquantesimo anniversario dell' Insegnamento di Arcangelo Scacchi. 1891. gr. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. X. Heft 1. Berlin 1891. 8⁰.

North of England Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. XXXVIII. part 6. Vol. XL. part 2. 3. 1891. 8⁰.
Annual Report of the Council. 1891. 8⁰.

The American Journal of Science in New-Haven:

Journal. III. Ser. Vol. 41. Nr. 245. 246. Vol. 42. May—September 1891. gr. 8⁰.

Academy of Sciences in New-York:

Annals. Vol. VI. Nr. 1. 1891. 8⁰.

Journal of comparative medicine and veterinary archives in New-York:

Journal. Vol. XII. Nr. 6. 8—12. 1891. 8⁰.

American Museum of natural history in New-York:

Annual Report for 1890—1891. 1891. 8⁰.

American chemical Society in New-York:

Journal. Vol. XIII. Nr. 5—8. 1891. 8⁰.

American Geographical Society in New-York.

Bulletin. Vol. XXIII. Nr. 2. 3. 1891. 8⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1890. 1891. 8⁰.

Neurussische naturforschende Gesellschaft in Odessa:

Sapiski. Bd. XVI. Heft 1 und Mathem. Abtheilung. Tom. XIII. 1891. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bulletino. Tom. V. Nr. 1. 1891. 8⁰.
Atti. Vol. XII. Fasc. 2. 1892. 8⁰.

Collegio degli Ingegneri in Palermo:

Atti. Annata XIV. 1891 Nr. I. 1891. 4⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Tomo. 5. Fasc. 4. 5. 6. 1891. gr. 8⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1891. Nr. 26—51. 8°.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 112. Nr. 26. Tom. 113. Nr. 1—26. 1891. 4°.

Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès verbaux. 1890. 1891. 8°.

École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 60. 1890. 4°.

Zeitschrift „L'Électricien" in Paris:

L'Électricien. 2e Sér. Tom. II. Nr. 27—52. 1891. gr. 8°.

Zeitschrift „Le Moniteur scientifique" in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 596—600. Août—Déc. 1891. gr. 8°.

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. III. Sér. Tom. II. Fasc. 2. 1890. 4°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IV. Série. Tom. 1. Fasc. 3. 1890. 8°.

Société de géographie in Paris:

Bulletin. VII. Sér. Tom. XI. Trimestre II. 1891. 8°.
Compte rendu. 1891. Nr. 14—18. 8°.

Société d'Horticulture in Paris:

Journal. Tom XIII. Octobre 1891. 8°.

Société mathématique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XIX. Nr. 6. 1891. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XVI. Nr. 6. 7. 8. 1891. 8°.
Mémoires. Tom. IV. Parties 3 et 4. 1891. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

G. D. Romanowski. Materialy dlä geologii Turkestanskago Kraja. Bd. III. 1890. 4°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Bd. XXIII. Nr. 5—8. 1891. 8⁰.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1890. Theil I. 1891. 4⁰.

Société Impériale Russe de géographie in St. Petersburg:

Beobachtungen der Russischen Polarstation auf Nowaja Semlja. I. Theil. 1891. 4⁰.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Bacteriological Laboratory. Reprints of three Editorials regarding the Priority in demonstrating the Toxic Effect of Matter accompanying the Tubercle Bacillus. 1890. 8⁰.
Proceedings. 1891. Part 1. 8⁰.

Alumni Association of Pharmacy in Philadelphia:

27. annual Report for the year 1890—91. 1891. 8⁰.

R. Scuola normale superiore in Pisa:

Annali. Vol. XIII. 1890. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. VII. p. 235—346. 1891. 4⁰.

Mathematisch-physikalische Gesellschaft in Prag:

Časopis. Bd. XX. Nr. 5. 6. 1891. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Magnetische und meteorologische Beobachtungen im Jahre 1890. 51. Jahrg. 1891. 4⁰.

Naturforscher-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXXIV. 1891. 8⁰.
Arbeiten. N. F. Heft 7. 1891. 8⁰.

Observatorio in Rio de Janeiro:

Revista. 1891. Nr. 5—10. 8⁰.
Esboço de uma climato logia do Brazil por H. Morize. 1891. 8⁰.

Accademia Ponteficia de'Nuovi Lincei in Rom:

Memorie. Vol. IV. V. VI. 1888—90. 4⁰.
Atti. Anno XLIII. Sessione VII. Anno XLIV. Sessione I—V. 1890—91. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino 1891. Nr. 1. 2. 3. 8⁰.
Memorie per servire alla descrizione della carta geologica d'Italia. Vol. IV. Parte 1. 1891. 8⁰.

Ministero della istruzione publica in Rom:

Le Opere di Galileo Galilei. Vol. II. Firenze. 1891. 4⁰.

Academy of Science in Saint-Louis:

The total Eclipse of the Sun, Jan. 1. 1889. Cambridge 1891. 4⁰.

Commissão geographica e geologica do Estado de S. Paulo in S. Paulo:

Boletin. Nr. 4—7. 1890. 8⁰.

Department of Mines in Sidney:

Records of the Geol. Survey of New-South-Wales. 1890. Vol. II. Part 1—3. 1890. 4⁰.
Memoirs. Palaeontology. Nr. 5. 1891. Fol.
Annual Report 1890. 1891. Fol.

Royal Society of New-South-Wales in Sidney:

Journal and Proceedings. Vol. XXIV. Part 2. 1890. 8⁰.

R. Accademia dei Fisiocritici in Siena:

Atti. Serie IV. Vol. III. Fasc. 5—9. 1891. 8⁰.

Museum in Stavanger:

Aarsberetning for 1890. 1891. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. 25. Fasc. 6—10. 1891. 8⁰.

West-Hendon-House Observatory in Sunderland:

Publications. Nr. 1. 1891. 4⁰.

Observatorio astronómico nacional in Tacubaya (Mexico):

Boletin. Tom. I. Nr. 3—6. 1891. 4⁰.
Anuario. Anno de 1892. 1891. 8⁰.

Royal Society in Tasmania:

Papers and Proceedings for 1890. 1891. 8⁰.

College of Science, Imperial University in Tokyo (Japan):

Journal. Vol. IV, part 2. 1891. 4⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Transactions. Vol. II, part 1. 1891. gr. 8⁰.

Provinciaal Utrechtsch Genootschap van Kunsten and Wetenschappen in Utrecht:

Die Functionen der Ganglienzellen des Halsmarkes von Otto Kaiser. Haag. 1891.

Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1890. 1891. 4⁰.

Société provinciale des arts et sciences in Utrecht:

Frank W. Very, Distributions of the Moon's Heat. The Hague 1891. gr. 8⁰.

Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool in Utrecht:

Onderzoekingen. IV. Reeks. I, 2. 1891. 8⁰.

Smithsonian Institution in Washington:

Experiments in Aërodynamics. By S. B. Langley. 1891. 4⁰.
Miscellaneons Collections. Nr. 708. 741. 764. 594. 663. 785. 1885—1891. 8⁰.
Annual Report 1889. 1890. 8⁰.
Plates prepared to accompany a Report on the forest trees of North America by Asa Gray 1891. Fol.

Chief Signal Officer of the U. S. Army in Washington:

Annual Report for the year 1890. 1890. 8⁰.

Surgeon General's Office, U. S. Army in Washington:

Index Catalogue. Vol. 12. 1891. 4⁰.

U. S. Coast and Geodetic Survey Office in Washington:

Bulletin. Nr. 22. 23. 24. 1891. 4⁰.
Report for the year 1889. 1890. 4⁰.

Landwirthschaftliche Zentralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht für das 39. Schuljahr 1990/91. Freising 1891. 8⁰.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Denkschriften. Mathem.-naturw. Klasse. Bd. 57. 1890—91. 4⁰.

Sitzungsber. Math.-naturw. Kl. Abth.	I.	1890	Nr. 4—10	8⁰.
„	IIa.	1890	„ 4—10	
„	IIb.	1890	„ 4—10	
„	III.	1890	„ 4—10	

K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Jahrg. 1889. Bd. 34. 1890. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Wiener klinische Wochenschrift. IV. Jahrg. 1891. Nr. 28—40. 42. 44. 47—51. 53. 4⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XXI. Heft 2. 3. 1891. 4⁰.

Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 41. Quartal 1. 2. 1891. 8⁰.

K. K. österr. Gradmessungs-Commission in Wien:

Astronomische Arbeiten. Bd. II. 1890. 4⁰.
Verhandlungen. Protokoll über die Sitzungen vom 1. April 1890 und vom 4. April 1891. 1890/91. 8⁰.

K. K. naturhistorisches Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. VI. Nr. 2. 1891. gr. 8⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrg. 1890. Bd. 40. Heft 3. 4. Jahrg. 1891. Bd. 41. Heft 1. 4⁰.
Verhandlungen 1891. Nr. 8—14. 4⁰.

K. K. Universitäts-Bibliothek in Wien:

Pfaff, Rede auf Zeiller. 1891. 8⁰.
Lustkandl, Sonnenfels und Kudler. 1891. 8⁰.

K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien:

Annalen. Bd. VII. 1891. gr. 4⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrg. 44. 1891. 8⁰.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XXV. Nr. 3. 4. 5. 1891. 8⁰.
Sitzungsberichte. 1891. Nr. 2. 3. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrschrift. 35. Jahrg. Heft 3. 4. 36. Jahrg. Heft 1. 1890/91. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Zürich:

4. Jahresbericht f. d. J. 1890. 1891. 8⁰.

Von folgenden Privatpersonen:

Antonio Aloi in Catania:

Dell' influenza dell' electricità atmosferica sulla vegetazione delle piante. 1891. 8⁰.
Sulla traspirazione cuticolare e stomatica delle piante terrestri. Catania 1891. 8⁰.

Florentino Ameghino in Buenos Aires:

Revista Argentinia de historia natural. Tom. I. entr. 3. 1891. 8⁰.

Rudolf Blasius in Braunschweig:

Systematische Uebersicht der Vögel Bayerns, von A. J. Jäckel, herausgegeben v. Rud. Blasius. München 1891. 8⁰.

Le Dr. Bonnejoy (du Vexin) in Paris:

Le Végétarisme. Paris 1891. 8⁰.

Giovanni Canestrini in Venedig:

Abbozzo del sistema acarologico. 1891. 8⁰.

R. Fresenius in Wiesbaden:

Chemische Untersuchung der Trink- oder Bergquelle des Bades Bertrich. 1891. 8⁰.
Analyse des Julianenbrunnens u. d. Georgenbrunnens im fürstl. Bade Eilsen. 1891. 8⁰.

Konrad Ganzenmüller in Dresden:

Kura Kawar. Ukerewe Njansa. Weimar 1891. 8⁰.

S. P. Langley in Paris:

Recherches expérimentales aërodynamiques. 1891. 4⁰.

Émilie Lemoine in Paris:

Contributions á la géométrie du triangle. 1889. 8⁰.
Sur les triangles orthologiques. 1890. 8⁰.

Max Kolb in München:

Die europäischen und überseeischen Alpenpflanzen. Lief. 1—8. Stuttgart. 1889. 8⁰.

A. Kurz in Augsburg:

5 Abhandlungen. Sep.-Abdr. aus d. Repert. d. Physik:
1. Zwei Apparate zum Rollen und Gleiten auf der schiefen Ebene. II. Mittheilung. 2. Elementare Darstellung des Regenbogens.

3. Die gewöhnliche Linse und der Achromatismus. III. Mittheilung. 4. Die Elasticität der Coconfäden. 5. Stroboskopische Demonstrationen.

Der Arbeitsbegriff in der Elektrik. S.-A. aus den Blättern für das bayer. Realschulwesen.

Das Augsburger Wetterhäuschen. S.-A. aus d. Augsburger Sonntagsblatt 1891 Nr. 11 u. 21.

Die thermische u. mechanische Ausdehnung des Kautschuks. II. Mittheilung. 1891. 8⁰.

Ferdinand v. Müller in Melbourne:

Iconography of Australian Salsolaceous Plants. Decade I—VII. 1889/90. 4⁰.

O. A. L. Pihl in Christiania:

The Stellar Cluster χ Persei. 1891. 4⁰.

Michele Rajna in Venedig:

Sulle eclissi solari del 6 Giugno 1891 e del 16 Aprile 1893. 1891. 8⁰.

Karl von Scherzer in Genua:

Der wirthschaftliche Verkehr der Gegenwart. Wien. 1891. 8⁰.

Fürst Grigori Stourdza in Paris:

Les lois fondamentales de l'univers. 1891. gr. 8⁰.

Agostino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. Fasc. 8. 1891. Fol.

Henry Wilde in London:

On the causes of de Phenomena of terrestrial Magneism. 1891. 4⁰.

Robert Winkler in Nürnberg:

Ein neues Weltsystem. 1891. 8⁰.

Namen-Register.

Sach-Register.

Inhalt.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen sind in den Sitzungsberichten nicht abgedruckt.

Sitzung vom 7. November 1891.

Oeffentliche Sitzung zu Ehren Seiner Majestät des Königs und Seiner Königl. Hoheit des Prinzregenten am 15. November 1891.

Sitzung vom 5. Dezember 1891.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.

